научно–аналитический журнал

«ИННОВАЦИИ и ИНВЕСТИЦИИ»

№8 2026

Подписной индекс Роспечати: 65039
ISSN 2307-180X

Издается с 2004 года

Выходит ежемесячно

Журнал входит в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63555
от 30 октября 2015 г.

Учредитель: *ООО «Русайнс»*
117218, Москва,
ул. Кедрова, д. 14, корп. 2

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
Абдикеев Нияз Мустякимович, д.т.н., проф., директор ИППиИР (Финуниверситет);
Агеев Олег Алексеевич, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, директор НОЦ «Нанотехнологии» (ЮФУ);
Бакшеев Дмитрий Семенович, д.т.н., проф., (вице-президент РИА);
Буров Михаил Петрович, д.э.н., проф. кафедры региональной экономикии управлегния природными ресурсами (Государственный университет землеустройства);
Величко Евгений Георгиевич, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и материаловедение (НИУ МГСУ);
Гусев Борис Владимирович, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, президент (РИА);
Демьянов Анатолий Алексеевич, д.э.н., зам. директора Департамента транспортной безопасности (Минтранс РФ);
Добшиц Лев Михайлович, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии (РУТ (МИИТ));
Егоров Владимир Георгиевич, д.и.н., д.э.н., проф., первый зам. директора (Институт стран СНГ);
Кондращенко Валерий Иванович, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии (РУТ (МИИТ));
Левин Юрий Анатольевич, д.э.н., проф. (МГИМО);
Лёвин Борис Алексеевич, д.т.н., проф., президент (РУТ (МИИТ));
Ложкин Виталий Петрович, д.т.н., проф. (Технологический институт бетона и железобетона);
Мешалкин Валерий Павлович, д.т.н., проф., акад. РАН, зав.кафедрой логики и экономической информатики (РХТУ им. Д.И. Менделеева);
Поляков Владимир Юрьевич, д.т.н., проф., проф. кафедры мосты и тоннели (РУТ (МИИТ));
Попова Елена Владимировна, д.т.н., проф., проф. кафедры теории менеджмента и бизнес-технологий (РЭУ им. Г.В. Плеханова)
Саурин Василий Васильевич, д.ф.-м.н., проф. (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН)
Сильвестров Сергей Николаевич, д.э.н., проф., засл. экономист РФ, Департамент мировой экономики и мировых финансов (Финуниверситет);
Соколова Юлия Андреевна, д.т.н., проф., ректор (ИНЭП);
Челноков Виталий Вячеславович, д.т.н. (РИА)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОВЕТ:
Палениус Ари, проф., директор кампуса г. Керава Университета прикладных наук Лауреа (Финляндия)
Джун Гуан, проф., зам. декана Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
Кафаров Вячеслав В., д.т.н., проф. Universidad Industrial de Santander (Колумбия)
Лаи Дешенг, проф., декан Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
Марек Вочозка, проф., ректор Технико-экономического института в Чешских Будейовицах (Чехия)
Она Гражина Ракаускиене, проф., Университет им. Миколаса Ромериса (Литва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Афанасьев Михаил Юрьевич, д.э.н., проф., зав. лабораторией прикладной эконометрики (ЦЭМИ РАН);
Афанасьев Антон Александрович, д.э.н., проф., вед. научн. сотр. лаборатории социального моделирования (ЦЭМИ РАН);
Брижак Ольга Валентиновна, д.э.н., доц., проф. Департамента экономической теории (Финуниверситет);
Валинурова Лилия Сабиховна, д.э.н., проф., зав. кафедрой инновационной экономики (БашГУ)
Касьянов Геннадий Иванович, д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, (КубГТУ);
Колесников Андрей Викторович, д.э.н., проф., чл.-корр. РАН, проф. Департамента бизнес-информатики (Финуниверситет);
Коровин Дмитрий Игоревич, д.э.н., проф., проф. Департамента анализа данных и машинного обучения (Финансовый университет при Правительстве РФ);
Косарев Владимир Евгеньевич, к.т.н., доц. Департамента анализа данных и машинного обучения (Финуниверситет);
Соловьев Владимир Игоревич, д.э.н., проф., заведующий кафедрой "Прикладной искусственный интеллект" (МТУСИ);
Криничанский Константин Владимирович, д.э.н., проф. кафедры финансовых рынков и финансового инжиниринга, главный научный сотрудник Института финансовых исследований (Финуниверситет);
Лавренов Сергей Яковлевич, д.полит.н., проф. (Институт стран СНГ);
Ларионов Аркадий Николаевич, д.э.н., проф., проф. кафедрой экономики и управления в строительстве (МГСУ);
Ларионова Ирина Владимировна, д.э.н., проф. Департамент финансовых рынков и финансового инжиниринга (Финуниверситет);
Мазур Наталья Зиновьевна, д.э.н., проф., проф. кафедры инновационной экономики (БашГУ);
Мумладзе Роман Георгиевич, д.э.н., проф., (РГАЗУ);
Никишкин Валерий Викторович, д.э.н., проф. (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Носова Светлана Сергеевна, д.э.н., проф. (НИЯУ МИФИ);
Сулимова Елена Александровна, к.э.н., доц. (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Тихомиров Николай Петрович, д.э.н., проф., засл. деят. науки РФ, проф. кафедры математических методов в экономике (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Тургель Ирина Дмитриевна, д.э.н., проф., зам. директора по науке ВШЭиМ (УрФУ им. Б.Н. Ельцина);
Юденков Юрий Николаевич, к.э.н., доц., (МГУ им. М.В. Ломоносова)

Главный редактор:
Сулимова Е.А.,
канд. экон. наук, доц.

Адрес редакции:
117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2
Сайт: www.innovazia.ru
E-mail: innovazia@list.ru

Отпечатано в типографии ООО «Русайнс»,
117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2
Подписано в печать 30.08.2026.
Тираж 300 экз. Формат А4. Свободная цена

Все материалы, публикуемые в журнале, подлежат внутреннему и внешнему рецензированию

Содержание

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

Роль банков в формировании инновационного климата региональных экономических систем на примере Иркутской области. Антипина О.В., Захаров С.В., Слободняк И.А., Киреева Е.Ф., Слепнева Л.Р. ... 5
Теоретические аспекты обеспечения инновационного развития сельских территорий. Ярчук А.В., Балицкий С.Е. ... 9
Инновационный потенциал токенизации логистических активов как механизма трансформации отношений собственности в цифровой экономике. Белоручкин Р.И., Трейман М.Г. ... 13
Развитие складской логистики под воздействием инновационных технологий. Белоручкин Р.И., Трейман М.Г. ... 16
Методические подходы к оценке инновационных способностей систем управления металлургического предприятия. Герц Н.А. ... 19
Архитектура эффективности процессных инноваций НМА. Дзигора М.Ю. ... 24
Подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг. Захарян А.А. ... 28
Региональное экономическое развитие через управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний Иркутской области. Захаров С.В., Слепнева Л.Р., Слободняк И.А., Архипова А.Н., Истомин Н.А. ... 33
Механизмы и инструменты стимулирования инновационной активности региональных экономических систем. Старков Р.Ф., Слепнева Л.Р., Слободняк И.А., Шуплецов А.Ф., Истомин Н.А. ... 36
Анализ применения организационно-экономических механизмов в активизации инновационной деятельности предприятий. Лапшин И.С. ... 40
Типология инновационных стратегий выхода на российский рынок. Лю И ... 44
Управление жизненным циклом инновационных проектов в IT-компаниях. Миронова В.А. ... 47
Парфюмерный стартап: инновационные стратегии на пути от MVP до масштабирования. Овчинников М.О. ... 51
Проактивная парадигма антикризисного менеджмента: интеграция риск-ориентированных инструментов как инновационный вектор развития предпринимательских структур. Пешков А.Н. ... 54
Технологический суверенитет как стратегический приоритет инновационной политики России. Романова И.В. ... 57
Внедрение медицинских стартапов: экспертный анализ барьеров и решений. Саакян А.К. ... 61
Инновационный риск массового пользователя в диффузии генеративного искусственного интеллекта: эмпирическая оценка и импликации для инновационной политики. Соколов А.В., Соколов Г.А. ... 65
Обоснование инновационных стратегических возможностей хозяйствующего субъекта на основе моделирования двухфакторной отраслевой производственной функции. Солнцев А.К. ... 69
Особенности и инновационные подходы в управлении талантами в современных условиях. Тесленко И.Б., Муравьева Н.В. ... 74
Типология и критерии выбора моделей внедрения инноваций в системе управления цифровой трансформацией. Трусов С.А. ... 78
Цифровизация как драйвер инновационного развития промышленности: тренды и перспективы. Чудаев А.В. ... 83
Ограничения автоматизации процессов принятия решений в проектном финансировании жилищного строительства: критический анализ и пути преодоления. Фрадин Н.И. ... 86

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Стратегия расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры на основе данных WMS и имитационного моделирования. Жихарева М.А. ... 89
Оценка эффективности применения технического анализа для оптимизации точек входа в стратегиях долгосрочного инвестирования. Малышевский-Чуклинов В.А. ... 94
От риска к инвестиции: интегрированная система выбора методов защиты трубопроводов водоотведения от коррозии. Ткаченко А.З., Мишкин Д.В. ... 97
Инвестиционный потенциал рынка меди. Сорокин Н.Д. ... 101
Особенности оценки инвестиций в бизнес по разработке видеоигр (геймдев). Чижик В.П. ... 105

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ ЭКОНОМИКИ

Трансформация институциональной среды как условие устойчивого экономического роста в цифровой экономике. Гарифуллина-Ахмадуллина Л.Р. ... 110
Искусственный интеллект как фактор макроэкономической трансформации: анализ инвестиций, производительности и структурных сдвигов на рынке труда. Каршина Я.В. ... 114
Эволюция научных подходов к понятию конкурентоспособности предприятия. Ларина Ю.С., Борисова О.В. ... 117

МИРОВОЙ ОПЫТ

Современные векторы развития китайской политики и экономики во взаимоотношениях с Россией. Белоусова Т.П. ... 121
Региональные диспропорции влияния экологической модернизации на экспортные потоки КНР. Ван Юйпу ... 124
Торгово-экономические отношения России и Южной Кореи: динамика, структура и показатели взаимодействия в 2005-2025 гг. Васильев Д.В. ... 127
Экосистемный подход к исследованию внешнеэкономической деятельности: потенциал и ограничения применения искусственного интеллекта. Жукова В.А. 131
Развитие экспортного потенциала малого и среднего предпринимательства СФО как фактор повышения эффективности национального проекта «международная кооперация и экспорт». Карасева Д.Н., Попов Д.А. ... 135
От «прорывной кампании» к «регулярному управлению»: институциональная логика трансформации устойчивости китайского управления сокращением бедности. Ли Син, Ло Сичжэн ... 139
Влияние контроля над инфраструктурой ии на трансформацию международных экономических отношений. Лисейчиков А.С. ... 142
Как банки развития стран глобального юга влияют на инклюзивный экономический рост в государствах Азии и Африки. Матвеевский С.С. ... 146
Статистическая взаимосвязь между финансированием банков развития и инклюзивным экономическим ростом в государствах Глобального Юга (на примере Азиатского Банка Развития). Матвеевский С.С. ... 150
Атомная энергетика в концепции глобального энергетического перехода: от «переходного топлива» к стратегическому активу декарбонизации. Омаров Д.Ч. ... 156
Асимметричная адаптация мировой атомной энергетики и позиции России на глобальном рынке ядерных технологий. Омаров Д.Ч. ... 161
Трансформация моделей экономического сотрудничества в ШОС и БРИКС под влиянием санкционного давления: сравнительный анализ. Погорелов М.Н. ... 166
Институциональные ловушки регулирования трудовой миграции в России: экономический анализ и пути преодоления. Попов Д.А., Карасева Д.Н. ... 170
Финансовая поддержка экспорта как инструмент развития внешнеторговых отношений. Сурков П.А. ... 174
Влияние цифровой экономики на энергоэффективность Китая: эмпирический анализ на основе панельных данных по провинциям. Ся Синь, Сянь Вэйчэн, Раджу Мохаммад Камрул Алам ... 178
Влияние геополитических рисков на европейский банковский сектор в 2000-2024 гг. Тимофеев А.В. ... 183
Подходы к оценке зрелости гибкой занятости в странах ЕАЭС. Хуторова Н.А., Урумов Н.И. ... 187
Сравнительный анализ систем сертификации и оценки соответствия товаров в России и Китае. Ху Мэнци, Александрова Ю.А. ... 191
Регионализация мировой торговли и трансформация внешнеэкономических связей России. Черняховский Б.И. ... 195
Развитие исламской экономики и услуг исламского банкинга в странах снг на примере Казахстана, Узбекистана, Таджикистана И Кыргызстана. Юлдашев Н.М. ... 199
Возобновляемая энергетика Бахрейна: территориальные и институциональные ограничения в условиях роста геополитических вызовов. Текеева А.Р., Харланов А.С. ... 203
Перспективы энергетического сотрудничества РФ и стран Юго-Восточной Азии. Студеникина Л.А., Ходжаян Э.А. ... 208
Водно-энергетический кластер Центральной Азии как механизм согласования экономических интересов стран региона. Студеникина Л.А., Эргашев Ш.Х. ... 211

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ. МЕНЕДЖМЕНТ. МАРКЕТИНГ

Интеграция риск-менеджмента в Agile-процессы IT-стартапов: модель и практические рекомендации. Аксенов М.В. ... 215
Управление информационными технологиями на малых туристических предприятиях в контексте концепции виртуальной организации. Арифуллин М.В., Романов А.А., Гулиев А.Ю. ... 219
Опережающая стандартизация и ее влияние на устойчивость показателей качества продукции. Ахаев А.К. ... 224
Противоречия между задачами трансформации бизнес-процессов и действующими моделями управления трудом. Безуглый А.О. ... 227
Оценка экономической эффективности перехода на газомоторное топливо в сегменте магистральных грузоперевозок России. Бокарев Н.С. ... 230
Совершенствование системы управления качеством закупочной деятельности проектной организации на основе процессного и риск-ориентированного подходов. Дидковская О.В., Бочаров А.Ю. ... 233
Модель бизнес-инжиниринга интеграции стратегического и бюджетного управления в строительной организации. Астафьева О.Е., Брагин Ю.А. ... 238
Маркетинговая функция стилобата в конкурентном позиционировании жилых комплексов. Гуреев К.А., Малых И.А., Вагапов В.И. ... 242
Влияние организационной культуры на управления информацией в образовательных учреждениях. Герасимов К.Б., Озернов Р.С., Просвиркин Н.Ю. ... 246
Обзор существующих методов оценки экономической эффективности на транспорте, особенности применения для речного грузового судоходства. Гриднев Н.С., Соколов Ю.И. ... 250
Исследование применения и оптимизации технологий искусственного интеллекта в подборе персонала на предприятиях. Гэ Фанчэнь, Хуан Сунбо ... 253
Сценарная оценка инвестиционной эффективности цифровизации коммерческих процессов малой строительной организации. Хакки Аднан Мухаммад Али, Дегтяренко Н.И. ... 257
Роль и значение вклада научной школы в результаты СПБГАСУ в рейтинге RAEX. Дроздова И.В., Токунова Г.Ф., Харитонович А.В., Бочкарева О.Ю. ... 260
Опыт применения технологий Индустрии 4.0 в проектном обучении на основе метода инженерных кейсов. Ерошин С.Е., Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А., Савельев С.К., Сайбель А.Г. ... 264
Стратегия развития инновационных маникюрных услуг на основе персонализации клиентского сервиса в бьюти-индустрии. Зайченко А.С. ... 268
Экономическая безопасность личности и территорий: ключевые стратегические направления развития. Истаков В.В. ... 273
Управление капиталоёмкостью наукоёмких стартапов: бизнес-модель и маршрутизация финансирования. Коробов Н.Д., Пичугин Ю.Е., Ефимов А.М. ... 277
Подходы к управлению лизинговой компанией в контексте существующих вызовов и теоретических концепций управления. Космачев В.Р. ... 282
Пути снижения производственных затрат с помощью технологий цифровизации в уральском машиностроении. Гаврилов Д.Е., Леонова Л.Б. ... 287
Цифровые механизмы повышения качества научно-консультативных услуг в современном университете. Норбоева Н.Э. ... 290

Разработка стратегии конкурентной борьбы предприятия. Проскурин С.А. 294
Адаптация моделей управления НИОКР-проектами к специфике ранних стадий разработки в нефтегазовой отрасли. Прудовская Н.А., Косов М.М., Афанасьев М.В. 297
Оценка экономической эффективности внедрения ИИ-решений в управленческие процессы университета. Сайченко О.А. 302
Адаптация системы занятости к демографическому спаду: институциональные механизмы и управленческие решения. Сопига В.А. 305
Совершенствование маркетинговой деятельности компаний малого бизнеса в сегменте розничной торговли на основе цифровой трансформации: опыт и результаты. Сорокин А.И., Оганян С.А. 310
Классификация угроз интеграции цифровых технологий в систему экономической безопасности высшего образования. Тимерзянова С.С., Хайруллин И.А. .313
Критерии и индикаторы цифровой зрелости бизнес-процессов планирования в промышленности. Титов И.А. 317
Адаптивная цифровая экосистема образовательного учреждения как переход от фрагментарной клиповой мозаики к сети знаний. Трапицын С.Ю., Иванов Д.А., Гарин А.К. 320
Развитие бизнес-модели организации в сфере услуг с учетом институциональных изменений. Шмаков А.В. 324
Методика встраивания механизмов защиты информации в жизненный цикл автоматизированных бизнес-процессов. Яковлева М.Р. 328
Особенности выбора инфлюенсеров для ритейл-брендов в аспекте противопоставления макро и нано-экспертов. Азарова А.А., Рыбальченко Е.В. 332
Комбинаторный подход к проектированию систем управления организацией в эпоху цифровой экономики. Гавриш А.Ю. 335
Стратегическое управление на предприятиях медиасферы: ключевые элементы системы. Сулимова Е.А. 338
Инновационная психолого-экономическая модель принятия решений в условиях неопределённости. Ягудин Д.Р. 342

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛЕЙ И РЕГИОНОВ. ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Особенности и современные тенденции в деятельности малых и средних предприятий в России. Абдуллаев Н.В. 345
Индикативная оценка конкурентоспособности социально-экономической системы региона. Амирова Н.А. 348
Цифровая архитектура синхронизации медицинских данных как элемент совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития региона. Бароков А.З. 353
Цифровая модель функционирования особых экономических зон как инструмент финансирования региональных проектов. Барыкина Ю.Н. 357
Особенности разработки методического подхода оценки эффективности управления внешнеэкономической деятельностью предприятий химической отрасли региона. Оборин М.С., Бреднева О.О. 360
Влияние агентной экономики на изменение структуры рынка труда и профессий. Будагов А.С., Романова И.В. 363
Интегральная оценка социально-экономического развития муниципальных образований региона (на примере Республики Татарстан). Валеев Р.А. 368
Модели оценки интеллектуальной собственности и лицензирования университетско-отраслевого трансфера технологий для малых и средних предприятий. Вэй Жун 371
Эволюция методологии оценки технологической готовности: от линейной шкалы TECHNOLOGY READINESS LEVEL к многомерным интегральным моделям. Гарбузюк И.В., Балашова Е.С. 374
Анализ проблем развития сельского хозяйства и смежных отраслей агропромышленного комплекса. Вершинин Д.Н., Гусева М.Н. 378
Система показателей и факторы устойчивого развития регионов: методические основы управленческой диагностики. Иванов В.А. 383
Формирование единого транспортного пространства «Север – Юг – Восток» как фактор экономической связанности территории России. Казанцев И.С. 387
Винный туризм как фактор регионального развития сельских территорий Российской Федерации. Калашников А.С. 390
Совершенствование механизмов гчп в Российской Федерации на основе зарубежного опыта в условиях турбулентности мировой экономики. Калмыков П.А. .. 393
Развитие теоретических подходов понимания ГЧП: анализ отечественной и зарубежной литературы. Калмыков П.А. 398
Общественный контроль на местном уровне: ключевые вопросы и направления. Кузьменко С.П. 403
Импортозамещение как фактор пространственной реорганизации производственных цепочек. Мельниковская А.О., Закриевская В.И. 407
Генезис формирования терминологической платформы инновационной деятельности в парадигме инновационной траектории. Моторина И.Ю., Балашова Е.С. 411
Организационные модели автомобильной промышленности и индустриальный разрыв: траектории трансформации России. Киселев Д.В., Навроцкая Н.А. 415
Актуальные вопросы и особенности демографических процессов в Калининградской области. Найденов И.В., Маркевич А.Л. 419
Отраслевая модель коммерциализации цифровой платформы диспетчеризации котельных. Петров Г.Б. 423
Факторы несбалансированного территориального развития экономики Краснодарского края. Петросян А.Г., Пашина М.А. 427
Организационно-экономические аспекты развития внешнеэкономических связей в аграрном секторе. Плеханов Д. В. 431
Механизмы межведомственной координации при реализации государственной политики устойчивого развития на национальном и региональном уровнях. Плеханов Т.М. 435
Риски применения цифровизации в построении системы менеджмента качества промышленных предприятий. Прыткова Е.А. 438
Интеллектуальный мониторинг параметров технологического процесса в распределенной системе менеджмента качества промышленного предприятия: от сбора данных к автономному управлению. Прыткова Е.А. 441
Как качество приема связано с рейтингами университетов: сравнительный анализ. Сабиров Р.Р. 446
Государственное регулирование международной торговли фармацевтической продукцией. Сенотрусова С.В., Свинухов В.Г. 449
К вопросу о генезисе категории «креативная экономика» в региональной промышленности. Сергачев Д.А. 453
Экономические факторы внедрения высокотехнологичного медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения. Соловьёв В. 456
Алгоритм оценки эффективности цифровой трансформации организации с учетом критериев устойчивого развития. Сорокин М.Д., Вакуленко Р.Я. 461
Анализ практики управления оборотным капиталом на базе экспертных систем. Спиридонов Е.Э. 466
Зелёная экономика в РФ: становление, достижения и проблемы. Тесленко И.Б. 470
Цифровая коммуникационная стратегия как инструмент повышения конкурентоспособности магистерских программ. Трубникова Н.В., Малыгина О.П., Альмухаметова К.Д., Чернуцкий К.Д. 474
Сравнительный анализ моделей правового и экономического регулирования платформенной экономики. Франтенко В.М., Анопченко Т.Ю. 478
Многофакторный подход к оценке эффективности экономической политики регионов РФ в условиях структурной трансформации. Хачатрян Г.А. 482
Формирование системы стратегического контроллинга в промышленных организациях в условиях цифровой трансформации. Сюзева О.В., Лавров М.Н., Холодков Д.А. 486
Влияние облачных платформ и интеллектуальной автоматизации на трансформацию операционных бизнес-процессов предприятий коммерческого обслуживания. Ху Тяньян 490
Качество туристских услуг в условиях цифровизации: анализ онлайн-отзывов о Западном озере. Хунюй Ли 493
Использование BCM для перевозки грузов. Цаликова К.Р., Бабичев Е.С. 496
Реструктуризация внутренней авиационной маршрутной сети в условиях трансформации рынка. Челпанов К.А., Никишов С.И. 498
Оценка стратегического инновационного потенциала участников кластерных структур на примере кластера ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы». Чуреков А.А. .501
Динамика прямых иностранных инвестиций в странах Центральной Азии в условиях трансформации глобальных инвестиционных потоков. Эшонкулов Б. 505
Российская отрасль СПГ в условиях новой реальности: диалектика трансконтинентальной и внутриконтинентальной стратегий развития. Федорова В.А., Манукян А.Р. 510
Эмпирический анализ эффектов внедрения платформенных экосистем на инновационную активность компаний. Семешкин Н.И. 514
Организационно-управленческие барьеры масштабирования инновационных практик в строительстве объектов ЖКХ: региональная специфика и механизмы их нейтрализации. Сулимов Н.Ю. 517

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Модификация алгоритма Брандеса для ускоренного пересчета промежуточной центральности после удаления вершины из графа. Багура Д.А. 520
История изобретения противогаза Зелинского-Кумманта. Буланова В.С. 523
Геометро-кинематическая модель станочного зацепления зуборезного долбяка с гиперболоидной заготовкой. Воронцов И.Б. 527
Оценка эффективности сорбционного извлечения ионов тяжелых металлов из модельных растворов. Гунько Р.Д., Ким Сун Бок 530
Энергоэффективность современных дата-центров по биоинформатике и биомедицине. Исаев Е.А., Горбунов А.А., Демидов Л.Н., Точилкина Т.Е. 535
Анализ эффективности применения циклона для обеспечения безопасного проведения работ по производству лакокрасочных материалов. Кудухова К.З. 538
К расчету гибридной сорбционно-конвективной системы климатизации. Кузнецов Е.В. 542
Инверсная имитация защищённости как метод проактивной кибероборонны: концепция, реализация и эмпирическая валидация. Лычагин Ю.А. 544
Многоуровневая интеллектуальная система метрологического обеспечения при работе с алюминиевыми сплавами на фрезерных станках с числовым программным управлением. Мишура Т.П. 547
Интерпретируемость против точности в аналитических системах поддержки решений: концептуальная модель выбора. Осетров П.А. 551
Долговечность и стойкость стеклопластиковой арматуры в щелочной среде цементного камня, влияние температуры и влажности на ползучесть и релаксацию. Павленко П.В. 555
Гомеостатическая природа трансфера технологий в промышленности. Платонова Л.А. 559
Численное решение динамической задачи об эффективности геотехнического барьера в условиях плоской деформации. Полунин В.М., Паскачева Д.А., Кораблев Д.С., Вагурина А.В. 562
Исследование дисперсионных характеристик акустических волн металлического волновода. Римлянд В.И. 567
Сага развертывания и восстановление в FPGA-FaaS с полной реконфигурацией устройства. Степаниденко Д.С., Штрекер Е.Н. 570
Влияние локальных вырезов в нижней полке прокатного двутавра на несущую способность балок перекрытий в зданиях и сооружениях. Суплецов В.С., Собакин Е.В. 574
Этапы и функциональная структура метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе LSTM в структуру СМК. Туманов А.Ю. 577
Определение параметров механизма коленчатого подъёмника для подъёма площадок сборщиков плодов. Чернышев А.Д., Асаева Т.А., Филькин В.В., Капитонов В.С., Щербинкина И.Н. 581

ФИНАНСЫ. НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ. СТРАХОВАНИЕ

Тенденции развития фондового рынка Китая. Мингалиев К.Н., Балычев С.Ю. 584
Теоретические подходы к оценке стоимости корпорации на основе денежного потока. Бутаева И.А. 589

Реклассификация внутригрупповых затрат при коммерциализации ИТ-инфраструктуры между аффилированными организациями: методологические аспекты разделения капитальных и операционных затрат. Василисин П.С. 594
Выбор стратегии автоматизации управленческого учёта: учёт уровня цифровой зрелости и барьеров внедрения (на примере российских компаний). Елисеев Е.П. 597
Сравнительный анализ технологий автоматизации управленческого учёта: AI, RPA, блокчейн (на примере российских компаний). Елисеев Е.П. 600
Гонконгский доллар и Патака Макао в условиях развития цифровых активов: функциональная трансформация валютных режимов САР КНР. Иванов-Чакубаш Д.А. 603
Современные парадигмы финансового риск-менеджмента в банковской сфере: от регуляторных требований к стратегическим преимуществам. Квиткин А.В. 607
Эволюция подходов к промышленному ценообразованию в условиях цифровизации экономики. Кузнецов А.С., Жагловская А.В. 610
Игровая ценность прогнозного сигнала на финансовом рынке: показатель GAVF и условия его положительности. Кутуев Т.Н. 615
Компаративный анализ банковских секторов финансовых рынков России и Беларуси. Мешкова Е.И., Кукса О.А., Тимошенко Д.Д. 619
Финансовое обеспечение корпоративного сектора Республики Беларусь в условиях интеграционного взаимодействия с Российской Федерацией. Пузанкевич О.А. 623
Основные тенденции развития систем внутреннего государственного финансового контроля в условиях цифровизации. Скворцов А.С. 627

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, СТАТИСТИЧЕСКОЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Применение методов искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Анисимов П.Е., Глинская А.Р., Пчелинцева С.В., Переверзев Д.В. 632
Двухуровневый прогноз временных рядов на базе модели ApaFinder и оркестра регрессоров ApaLMS по кластерам патчей. Апальков Ф.С. 635
Матричные модели взаимодействий и математическое описание профиля человека. Киселев Д.А., Газуль С.М. 639
Эконометрическое моделирование и оптимизация канального микса омниканального ритейла: панельный подход. Ермолаев А.С., Мусина О.В. 643
Методика предварительной экспертизы потенциала инновационного проекта на ранних этапах жизненного цикла. Качайкина Д.А. 646
Методология сценарного прогнозирования межотраслевого баланса в условиях дефицита статистических данных. Курочка П.Н. 649
Математическая модель искусственной нейронной сети для задач управления сложными динамическими объектами в условиях неопределенности. Леонтьева А.А. 654
Разработка экономико-математической модели оптимизации состава гетерогенного парка беспилотных транспортных средств (бтс) для минимизации совокупной стоимости владения (tco) логистической системы. Мамиконян А.М. 658
Динамический подход к формированию системы показателей экономической безопасности региона на основе оперативных физических индикаторов. Рябинин В.И. 661
Политика импортозамещения и динамика закупок отечественного программного обеспечения: эконометрическая оценка структурного сдвига. Рябышенков А.В. 664
Алгоритмическая неопределённость в управлении коммерческой организацией: содержание понятия и источники возникновения. Сусленков Д.А. 668
Способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов в инновационные проекты анализа городских и инфраструктурных данных. Тимофеев М.А. 672
Метод интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе реккурентной нейронной сети в структуру СМК наукоемкого предприятия. Туманов А.Ю. 677
Стратегия внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов на основе проверки программного кода. Федосеев А.Д. 680
Применение интеллектуального анализа данных в управлении виртуальными процессами. Аль Хадж Бара Бибарс, Харламова Т.Л. 685
Эконометрическое моделирование зависимости социально-экономического развития прибрежных регионов от эффективности освоения морских ресурсов. Чэнь Хаотянь 688

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

Эффективность армирования грунтовых оснований геосинтетическими материалами в особых условиях строительства. Аввад Талал, Абу Асба Моханнад 693
Применение технологии усиления основания земляного полотна щебеночными сваями на действующем участке Дальневосточной железной дороги. Артюшенко И.А., Ворожко Д.А., Святогорова А.В. 697
К вопросу об изменении прочностных и деформационных параметров глинистых грунтов в условиях динамического нагружения. Вагурина А.В. 702
Казанский аэровокзал: интерьеры памятника сталинского ампира в ракурсе исторического прошлого и реставрационного будущего. Веселовская Е.А., Беденко И.В., Мусина К.И. 707
Оценка эффективности зеленых крыш при адаптации жилых зданий к климатическим изменениям. Воробьева Л.С. 711
Предпосылки и факторы формирования второго жилища в современных социально-экономических условиях. Попов А.О., Литвина П.В., Гарькин И.Н. 715
“Второе жилище”: проблема определения научного понятия. Попов А.О., Литвина П.В., Гарькин И.Н. 719
Стратегия технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания. Глазунов Н.А. 722
Прогноз несущей способности сваи на этапе погружения вдавливанием. Глухов В.С., Панкина М.В., Вишнякова Ю.С. 727
Алгоритм контроля и корректировки пространственного положения опускного колодца при устройстве подземных сооружений. Гулякина В.В. 730
Совершенствование технологий устройства земляного полотна на слабых и пучинистых грунтах в условиях средней полосы России. Гусев С.М. 734
Формирование интерактивной и развивающей среды в структуре детских игровых пространств. Дёмин А.В., Дёмина П.А. 738
Анализ отечественного и зарубежного опыта по определению теплотехнических характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций в теплый период года. Кашуркин А.Ю., Козлов В.В. 741
Анализ отечественного опыта архитектурного формирования многофункциональных центров в арктических регионах. Кутишенко Н.А. 744
Особенности размещения модульной инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях при минимизации воздействия на почвенный покров. Луков А.В., Оберюхтин Я.М. 747
Оптимизация выбора фундаментных решений для модульных зданий кемпингов и глэмпингов на особо охраняемых природных территориях. Луков А.В., Оберюхтин Я.М. 751
Анализ экономической эффективности теплоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях. Малыгина О.А., Салуквадзе Г.В. 755
Архитектурные стили как инструмент изучения культурно-исторической эпохи. Нальгиев Р.Т. 759
СП 546.1325800.2025 «Здания жилые многоквартирные со стальным каркасом. Правила проектирования». Основные положения и актуальность в РФ. Нальгиев Р.Т. 763
Принципы типизации и унификации элементов в проектировании быстровозводимых жилых зданий. Палуаниязов Н.С. 766
Проблемы размещения парковок при проектировании в жилых комплексах города Хабаровска. Панчук Н.Н. 769
К вопросу о необходимости оптимального выбора и планирования опалубки при возведении монолитных бетонных конструкций. Погодин Д.А. 773
Регулирование систем отопления по показателям теплового комфорта. Пухкал В.А., Фёдоров М.А. 776
Подготовка объекта строительства к приёмочному контролю при скрытых дефектах проектирования на примере ненесущих стен. Князькина Е.В., Спирина Е.С. 779
Динамическая декомпозиция быстропротекающих процессов разгерметизации и аварийного истечения в газовых системах высокого давления как основа оценки техногенных рисков в жилищно-коммунальном строительстве. Степанова О.Г. 782
Зарубежный опыт формирования жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления. Супранович В.М. 787
Применение нечёткого венгерского алгоритма решения задачи о назначениях для оптимальной реконструкции зданий и сооружений. Тонких Р.А. 790
Память места и узнавание архитектурного образа: ретенция, воображаемое достраивание и проектное предвосхищение. Третьяков Е.А. 795
Параметрическое формообразование как метод проектирования криволинейных оболочек в современных театральных комплексах на примере оперного театра в Гуанчжоу. Швачкина А.-М.А. 799
Йеменская архитектурная идентичность и ее влияние на проектирование современных театров и концертных залов. Губран Абдулмалек Али Абдо Абдуллах 802
Коэффициенты отражения и прохождения звуковой волны на границе двух сред в концепции метода «сосредоточенных параметров» и других методов расчёта звукоизоляции. Захаров А.В., Салтыков И.П. 805
Зелёная кровля как инструмент ландшафтной интеграции физкультурно-досуговых центров сельских поселений и малых городов. Корси М.В. 809
Повышение эффективности контроля качества асфальтобетонных смесей. Никитаев М.М., Васильев Ю.Э., Соловьев М.А. 814
Композиционные принципы модернизации фасадов многоквартирных жилых домов индустриального домостроения 1970-х гг. Рощин М.К. 818
Факторы, приводящие к перерасходу средств в строительных проектах в Сирии: аналитическое исследование. Алжиндэ Жана, Абу Махади Мохаммед Ибрахим 822
Разработка экспериментального контура системы кондицио-нирования воздуха с использованием аккумулятора естественного холода. Мальцев С.А., Кузнецов Д.В., Артемов И.Н. 827
Архитектура театров аравийского полуострова: современные тенденции и перспективы развития. Губран Абдулмалек Али Абдо Абдуллах 831

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эволюция информационных режимов и управленческих лагов при смене технологических укладов. Дубров Д.В. 834

Роль банков в формировании инновационного климата региональных экономических систем на примере Иркутской области

Антипина Оксана Викторовна
доктор экономических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, antipinaov@ex.istu.edu,

Захаров Сергей Викторович
кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, ynd@ex.istu.edu,

Слободняк Илья Анатольевич
доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, slob.irk@mail.ru,

Киреева Елена Федоровна
доктор экономических наук, профессор, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, efkireeva@fa.ru,

Слепнева Людмила Романовна
доктор экономических наук, профессор декан, факультет экономики и управления, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, slluro@mail.ru

В статье рассматривается роль коммерческих банков в формировании инновационного климата региональной экономической системы на примере Иркутской области. Проанализирована динамика инновационной активности организаций, объем инновационных товаров, работ и услуг, а также затраты предприятий региона на инновационную деятельность в 2021–2024 гг. Показано, что при росте инновационной активности и увеличении затрат на технологическое обновление доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров остается незначительной. Обосновано, что усиление участия банковского капитала в финансировании инновационных проектов может способствовать развитию проектного кредитования, снижению финансовых ограничений предприятий и укреплению инновационного климата Иркутской области.
Ключевые слова: инновационный климат, региональная экономическая система, Иркутская область, коммерческие банки, банковское финансирование, проектное кредитование, инновационная активность, инновационная продукция.

Инновационный климат региональной экономической системы во многом определяет способность территории к технологическому обновлению, модернизации производства и развитию новых направлений экономической деятельности. Для промышленных регионов данный вопрос имеет особое значение, поскольку именно внедрение инноваций позволяет снижать зависимость от сырьевой специализации, повышать конкурентоспособность предприятий и формировать продукцию с более высокой добавленной стоимостью [9].

В условиях ограниченности бюджетных ресурсов возрастает значение внебюджетных источников финансирования инновационной деятельности. Одним из таких источников выступает банковский капитал. Коммерческие банки могут участвовать в финансировании инновационных проектов через инвестиционное и проектное кредитование, льготные кредитные программы, участие в государственно-частных механизмах поддержки, а также через сопровождение крупных технологических проектов предприятий [8].

Особую актуальность данный вопрос приобретает для Иркутской области, которая относится к числу крупных индустриальных регионов Сибирского федерального округа и обладает значительным природно-ресурсным, промышленным и научно-образовательным потенциалом. Вместе с тем сохранение сырьевой направленности экономики и сравнительно невысокий уровень инновационной активности организаций ограничивают возможности технологической диверсификации региона [16].

В этой связи участие банковского сектора в финансировании инновационных проектов может рассматриваться как один из важных факторов формирования благоприятного инновационного климата. Однако эффективность такого участия зависит не только от объема доступных финансовых ресурсов, но и от условий кредитования, уровня проектных рисков, наличия залогового обеспечения, качества бизнес-планирования и взаимодействия банков с государственными институтами развития [15].

Для оценки состояния инновационного климата Иркутской области далее рассмотрим динамику инновационной активности организаций, объем инновационной продукции и затраты предприятий на инновационную деятельность за 2021–2024 гг. Такой анализ позволит выявить основные ограничения инновационного развития региона и определить возможные направления усиления роли банковского капитала. Для начала рассмотрим динамику инновационной активности организаций Иркутской области, поскольку данный показатель отражает степень вовлеченности предприятий региона в процессы разработки, внедрения и использования инноваций. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1
Динамика уровня инновационной активности организаций по Иркутской области (в процентах)

№	Субъект РФ	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
1	Иркутская область	6,4	6,9	7,7	7,8

Примечание: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат https://rosstat.gov.ru/).

Анализируя данные, представленные в таблице 1, отметим, что в 2021–2024 гг. инновационная активность организаций Иркутской области имела положительную динамику. Если в 2021 г. данный показатель составлял 6,4 %, то к 2024 г. он увеличился до 7,8 %. Несмотря на умеренные темпы роста, такая динамика свидетельствует о постепенном повышении вовлеченности предприятий региона в инновационные процессы [1].

Вместе с тем достигнутый уровень инновационной активности остается сравнительно невысоким. Это указывает на наличие ограничений, сдерживающих более широкое внедрение новых технологий и разработок в деятельность организаций. К числу таких ограничений можно отнести высокую стоимость инновационных проектов, длительные сроки их окупаемости, недостаток собственных средств предприятий, высокие проектные риски и ограниченный доступ к долгосрочному финансированию [18].

В этой связи возрастает значение банковского сектора как одного из возможных источников финансового сопровождения инновационных

проектов. Коммерческие банки могут способствовать развитию инновационной активности через предоставление инвестиционных кредитов, проектное финансирование, участие в программах льготного кредитования и взаимодействие с государственными институтами поддержки [7]. Однако эффективность такого участия во многом зависит от условий кредитования, уровня рисков и готовности банков работать с проектами, имеющими длительный инвестиционный цикл.

Таким образом, данные таблицы 1 показывают, что инновационная активность организаций Иркутской области постепенно возрастает, но для ее дальнейшего расширения необходимы дополнительные финансовые механизмы. Одним из таких механизмов может выступать более активное участие банковского капитала в финансировании технологического обновления предприятий [14]. Для более полной оценки состояния инновационного климата региона необходимо рассмотреть не только уровень инновационной активности организаций, но и фактический результат инновационной деятельности — объем инновационных товаров, работ и услуг в общей структуре отгруженной продукции. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Объем инновационных товаров, работ, услуг в общей структуре отгруженной продукции по Иркутской области (в действующих ценах, млн рублей)

№	Наименование макроэкономического показателя	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
1	Отгружено товаров собственного производства (всего)	1 148 900,0	1 162 400,0	1 171 200,0	1 180 500,0
2	В том числе: инновационных товаров, работ, услуг	4 054,6	14 519,2	4 587,8	5 880,4
3	Доля инновационной продукции в общем объеме (%)	0,35%	1,25%	0,39%	0,50%

Примечание: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат https://rosstat.gov.ru/).

Анализируя данные, представленные в таблице 2, отметим, что общий объем отгруженных товаров собственного производства в Иркутской области в 2021–2024 гг. постепенно увеличивался. Вместе с тем объем инновационных товаров, работ и услуг изменялся неравномерно. Наибольшее значение данного показателя было зафиксировано в 2022 г., когда объем инновационной продукции составил 14 519,2 млн руб., а ее доля в общем объеме отгруженной продукции достигла 1,25 %.

В последующие годы доля инновационной продукции вновь снизилась и в 2024 г. составила 0,50 %. Это свидетельствует о том, что инновационная составляющая в структуре промышленного выпуска региона остается незначительной. Несмотря на наличие промышленной базы и постепенный рост инновационной активности организаций, инновационная продукция пока не занимает заметного места в общем объеме производства [17].

Такая ситуация указывает на наличие разрыва между готовностью предприятий участвовать в инновационной деятельности и фактическим выходом инновационной продукции на рынок [6]. Данный разрыв может быть связан с длительными сроками внедрения новых технологий, высокой стоимостью опытно-конструкторских работ, сложностями коммерциализации разработок, ограниченностью собственных средств предприятий и недостаточным доступом к долгосрочному финансированию.

В этой связи роль коммерческих банков может заключаться не только в предоставлении кредитных ресурсов, но и в финансовом сопровождении проектов на этапах внедрения, масштабирования и вывода инновационной продукции на рынок [2]. Развитие проектного кредитования и совместных механизмов финансирования с участием государственных институтов поддержки способно снизить финансовую нагрузку на предприятия и повысить результативность инновационной деятельности. Для наглядного представления динамики доли инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров Иркутской области отразим данные на рисунке 1.

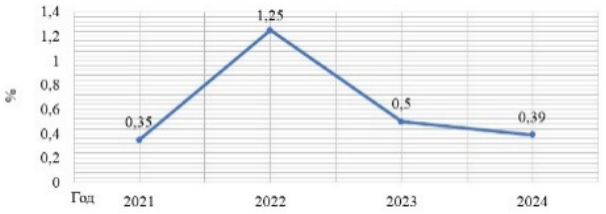


Рисунок 1 — Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров Иркутской области в 2021–2024 гг., %.
Источник: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики.

Для выявления причин сложившейся ситуации важно рассмотреть не только объем выпуска инновационной продукции, но и затраты организаций на инновационную деятельность. Данный показатель позволяет оценить, насколько активно предприятия региона инвестируют в технологическое обновление, модернизацию производства и внедрение новых решений. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3

Затраты организаций Иркутской области на инновационную деятельность (млн рублей)

Показатель	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Объем инвестиционных затрат на инновации	51 990,8	127 778,3	83 954,1	189 453,1

Примечание: составлено автором на основе данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат https://rosstat.gov.ru/).

Анализируя данные, представленные в таблице 3, отметим, что затраты организаций Иркутской области на инновационную деятельность в 2021–2024 гг. существенно увеличились. Если в 2021 г. их объем составлял 51 990,8 млн руб., то в 2024 г. он достиг 189 453,1 млн руб. Таким образом, за рассматриваемый период расходы предприятий на инновационную деятельность выросли более чем в три раза.

Наиболее заметный рост затрат наблюдается в 2024 г., что может быть связано с необходимостью технологического обновления производства, адаптацией предприятий к новым экономическим условиям, заменой оборудования, перестройкой производственных процессов и внедрением новых технологических решений. При этом динамика затрат носит неравномерный характер: после роста в 2022 г. в 2023 г. произошло снижение, однако уже в 2024 г. показатель достиг максимального значения за весь рассматриваемый период [19].

Вместе с тем сопоставление данных таблиц 2 и 3 показывает, что увеличение затрат на инновационную деятельность пока не сопровождается сопоставимым ростом доли инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров. Это свидетельствует о наличии временного лага между вложениями в инновации и получением конечного производственного результата [5]. Кроме того, такая ситуация может быть связана с высокой капиталоемкостью инновационных проектов, длительным периодом их окупаемости, сложностями коммерциализации разработок и недостаточной доступностью долгосрочного финансирования.

В этих условиях особое значение приобретает участие коммерческих банков в финансировании инновационной деятельности. Банковский капитал может способствовать не только покрытию текущей потребности предприятий в финансовых ресурсах, но и обеспечению долгосрочного сопровождения проектов на этапах внедрения, масштабирования и вывода инновационной продукции на рынок [11]. Особенно важными становятся инструменты проектного кредитования, льготного финансирования и совместных программ с участием государственных институтов развития.

Таким образом, данные таблицы 3 показывают, что предприятия Иркутской области существенно увеличивают затраты на инновационную деятельность. Однако сопоставление этих данных с показателями выпуска инновационной продукции позволяет сделать вывод о том, что рост затрат пока не дает сопоставимого результата в виде увеличения доли инновационных товаров, работ и услуг.

Это свидетельствует о наличии разрыва между этапом вложений в технологическое обновление и этапом получения конечного инновационного результата. В таких условиях особое значение приобретает доступность долгосрочного финансирования, проектного сопровождения и механизмов снижения рисков для предприятий, реализующих инновационные проекты.

Сложившаяся ситуация требует усиления роли коммерческих банков в финансировании инновационной деятельности региона [10]. Банковский капитал может стать важным инструментом поддержки предприятий на этапах внедрения, масштабирования и коммерциализации инновационных решений, особенно в тех случаях, когда собственных средств организаций недостаточно для завершения полного инновационного цикла.

Сложившаяся ситуация показывает, что для усиления инновационного климата Иркутской области необходимо более активное участие банковского сектора в финансировании инновационных проектов. В первую очередь это связано с развитием проектного кредитования, которое позволяет учитывать специфику долгосрочных и капиталоемких технологических проектов [20]. Для предприятий, реализующих инновационные решения, особенно важны не только объемы заемных средств, но и условия их предоставления: срок кредитования, процентная ставка,

требования к обеспечению и возможность отсрочки платежей на начальных этапах реализации проекта [3].

Одним из перспективных направлений является расширение совместного финансирования инновационных проектов с участием коммерческих банков, региональных органов власти и институтов развития. Такой подход позволяет распределить риски между участниками, повысить доступность кредитных ресурсов и создать более устойчивую финансовую основу для внедрения новых технологий. Особое значение имеет использование гарантийных механизмов, в том числе поручительств региональных фондов, которые могут снизить требования к залоговому обеспечению и расширить доступ предприятий к банковскому финансированию.

Кроме того, для повышения роли банков в инновационном развитии региона необходимо совершенствовать оценку инновационных проектов. Традиционные подходы к кредитному анализу не всегда позволяют учитывать потенциал нематериальных активов, интеллектуальной собственности, перспективы коммерциализации разработок и будущие рыночные эффекты [13]. Поэтому банкам важно развивать специальные инструменты оценки технологических проектов, ориентированные не только на текущую платежеспособность заемщика, но и на долгосрочную экономическую отдачу от инноваций.

Таким образом, банковский сектор может стать важным элементом региональной инновационной системы Иркутской области. Его участие способно не только обеспечить предприятия необходимыми финансовыми ресурсами, но и повысить устойчивость инновационных проектов на стадиях внедрения, масштабирования и выхода продукции на рынок [4].

В заключение отметим, что инновационное развитие Иркутской области в 2021–2024 гг. имеет неоднозначный характер. С одной стороны, наблюдается рост инновационной активности организаций и значительное увеличение затрат предприятий на инновационную деятельность. Это свидетельствует о постепенном усилении интереса регионального бизнеса к технологическому обновлению и внедрению новых решений [12]. С другой стороны, доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров остается незначительной, что указывает на наличие разрыва между объемом вложений в инновации и фактическими результатами их коммерциализации.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что формирование благоприятного инновационного климата Иркутской области требует не только роста затрат предприятий, но и развития эффективных финансовых механизмов поддержки инновационных проектов. В этих условиях коммерческие банки могут играть более значимую роль, обеспечивая доступ предприятий к долгосрочному кредитованию, проектному финансированию и инструментам снижения инвестиционных рисков.

Вместе с тем банковское финансирование инновационной деятельности должно развиваться во взаимодействии с государственными программами поддержки, институтами развития, научно-образовательными организациями и предприятиями реального сектора экономики. Только сочетание банковского капитала, государственной поддержки и научно-производственной кооперации позволит создать более устойчивые условия для внедрения инноваций, повышения доли высокотехнологичной продукции и постепенной диверсификации экономики Иркутской области.

Таким образом, усиление роли коммерческих банков в региональной инновационной системе может стать одним из важных направлений формирования благоприятного инновационного климата. Для этого необходимы развитие проектного кредитования, расширение гарантийных механизмов, снижение финансовых барьеров для инновационно активных предприятий и совершенствование подходов к оценке технологических проектов.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. – URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 21.06.2026).
2. Барыкина, Ю. Н. Совершенствование механизма инвестиционной политики на предприятиях энергетического комплекса / Ю. Н. Барыкина, А. С. Нечаев. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. – 168 с. – ISBN 978-5-8038-1511-2.
3. Красовская, О. А. Анализ факторов, влияющих на экономическое развитие в регионах Российской Федерации / О. А. Красовская, В. Сяоли, А. В. Ибрагимова // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 3(152). – С. 681–685. – DOI 10.34925/EIP.2023.152.3.131.
4. Нечаев, А. С. Особенности финансирования инновационной деятельности предприятий в современных условиях / А. С. Нечаев, О. В. Антипина, Ю. Н. Барыкина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 1(40). – С. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231.
5. Тютюкина, Е. Б. Финансы организаций (предприятий) / Е. Б. Тютюкина. – Москва : Дашков и К°, 2014. – 544 с. – ISBN 978-5-394-01094-1.
6. Красовская, О. А. Сравнительный анализ развития инвестиционной политики в Российской Федерации и за рубежом / О. А. Красовская, В. Л. Пригожин // Финансовая экономика. – 2020. – № 11. – С. 441–445.
7. Максимова, Г. В. Проблемы перехода России на международные стандарты финансовой отчетности / Г. В. Максимова, А. С. Нечаев // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 1. – С. 22–25.
8. Банковское дело. Организация деятельности коммерческого банка : учебник для вузов / Г. Н. Белоглазова, Л. П. Кроливецкая, И. Г. Зайцева [и др.]. – 1-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2011. – 422 с. – ISBN 978-5-9916-1099-5.
9. Нечаев, А. С. Некоторые аспекты финансирования инновационной деятельности предприятий в Российской Федерации / А. С. Нечаев, Д. А. Антипин // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). – 2012. – № 3. – С. 1.
10. Барыкина, Ю. Н. Методические подходы к реализации финансирования инновационной деятельности с учетом инструментов государственной политики / Ю. Н. Барыкина, А. С. Нечаев, О. А. Красовская // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 1, № 1(142). – С. 98–108. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.01.01.013.
11. Ованесян, С. С. Расчет отложенного налога на прибыль при плавающем коэффициенте ускорения в управлении амортизацией основных средств для предприятий машиностроительного комплекса / С. С. Ованесян, А. С. Нечаев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2003. – № 2(14). – С. 112–119.
12. Нечаев, А. С. Региональные и локальные рынки. Проблема обеспечения единства экономического пространства / А. С. Нечаев, С. Чжан, О. А. Красовская // Финансовая экономика. – 2023. – № 5. – С. 38–40.
13. Нечаев, А. С. Алгоритм процесса управления рисками в инновационной деятельности / А. С. Нечаев, А. В. Прокопьева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 4(75). – С. 196–201.
14. Антипина, О. В. Инновационно-инвестиционное развитие территорий в системе муниципального управления : специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Антипина Оксана Викторовна. – Иркутск, 2011. – 167 с..
15. Chernykh, A. G. Energy saving and energy efficiency improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005.
16. Захаров, С. В. Системный подход к повышению эффективности работы инновационных предприятий малого бизнеса / С. В. Захаров // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 3(98). – С. 250–253.
17. Барыкина, Ю. Н. Инновации – основной движущий фактор роста экономики страны / Ю. Н. Барыкина, Я. А. Лузгина // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни : Материалы IV Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием (электронное издание), Иркутск, 14 марта 2018 года / Иркутский национальный исследовательский технический университет. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. – С. 200–202.
18. Щемелев, А. Н. Организация и моделирование стратегического управленческого учета инноваций / А. Н. Щемелев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2005. – № S2. – С. 65–72.
19. Агеева, Н. А. Социальные аспекты инновационного развития муниципальных образований / Н. А. Агеева, О. В. Антипина // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2010. – № 1(80). – С. 276–281.
20. Zakharov, S. V. The method of selection of innovative solutions based on an assessment of the efficiency reserves / S. V. Zakharov, A. O. Troshina, A. U. Lobova // Proceedings of the 2017 International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”, IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 601–602. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085895.

The role of banks in shaping the innovation climate of regional economic systems: the case of the Irkutsk Region

Antipina O.V., Zakharov S.V., Slobodnyak Il.A., Kireeva E.F., Slepneva L.R.
Irkutsk National Research Technical University, Financial University under the Government of the Russian Federation, East Siberian State University of Technology and Management
JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article examines the role of commercial banks in shaping the innovation climate of a regional economic system using the Irkutsk Region as an example. The dynamics of the innovative activity of organizations, the volume of innovative goods, works, and services, as well as the expenditures of regional enterprises on innovative activity in 2021–2024 are analyzed. It is shown that, despite the growth of innovative activity and increased expenditures on technological modernization, the share of innovative products in the total volume of shipped goods remains insignificant. It is substantiated that strengthening the participation of banking capital in financing innovation projects can contribute to the development of project lending, the reduction of financial constraints faced by enterprises, and the improvement of the innovation climate of the Irkutsk Region.
Keywords: innovation climate, regional economic system, Irkutsk Region, commercial banks, bank financing, project lending, innovative activity, innovative products.

References

1. Federal State Statistics Service (Rosstat) [Electronic resource]. – URL: https://rosstat.gov.ru/ (accessed: 21.06.2026).
2. Barykina, Yu. N. Improving the Mechanism of Investment Policy at Enterprises of the Energy Complex / Yu. N. Barykina, A. S. Nechaev. – Irkutsk : Irkutsk National Research Technical University, 2020. – 168 p. – ISBN 978-5-8038-1511-2.
3. Krasovskaya, O. A. Analysis of Factors Influencing Economic Development in the Regions of the Russian Federation / O. A. Krasovskaya, V. Xiaoli, A. V. Ibragimova // Economics and Entrepreneurship. – 2023. – No. 3(152). – P. 681–685. – DOI 10.34925/EIP.2023.152.3.131.
4. Nechaev, A. S. Features of Financing Innovation Activities of Enterprises in Modern Conditions / A. S. Nechaev, O. V. Antipina, Yu. N. Barykina // Bulletin of Vitebsk State Technological University. – 2021. – No. 1(40). – P. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231.
5. Tyutyukina, E. B. Finance of Organizations (Enterprises) / E. B. Tyutyukina. – Moscow : Dashkov and Co., 2014. – 544 p. – ISBN 978-5-394-01094-1.
6. Krasovskaya, O. A. Comparative Analysis of the Development of Investment Policy in the Russian Federation and Abroad / O. A. Krasovskaya, V. L. Prigozhin // Financial Economy. – 2020. – No. 11. – P. 441–445.
7. Maksimova, G. V. Problems of Russia's Transition to International Financial Reporting Standards / G. V. Maksimova, A. S. Nechaev // Proceedings of Irkutsk State Economic Academy. – 2004. – No. 1. – P. 22–25. – EDN KAOJSN.
8. Banking. Organization of Commercial Bank Activities : Textbook for Universities / G. N. Beloglazova, L. P. Krolivetskaya, I. G. Zaitseva [et al.]. – 1st ed. – Moscow : Yurayt Publishing House, 2011. – 422 p. – ISBN 978-5-9916-1099-5.
9. Nechaev, A. S. Some Aspects of Financing Innovation Activities of Enterprises in the Russian Federation / A. S. Nechaev, D. A. Antipin // Modern Studies of Social Issues (Electronic Scientific Journal). – 2012. – No. 3. – P. 1. –
10. Barykina, Yu. N. Methodological Approaches to Financing Innovation Activities Taking into Account State Policy Instruments / Yu. N. Barykina, A. S. Nechaev, O. A. Krasovskaya // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2024. – Vol. 1, No. 1(142). – P. 98–108. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.01.01.013.
11. Ovanesyan, S. S. Calculation of Deferred Income Tax under a Floating Acceleration Coefficient in the Management of Fixed Assets Depreciation for Enterprises of the Machine-Building Complex / S. S. Ovanesyan, A. S. Nechaev // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2003. – No. 2(14). – P. 112–119.
12. Necaev, A. S. Regional and Local Markets. The Problem of Ensuring the Unity of Economic Space / A. S. Nechaev, S. Zhang, O. A. Krasovskaya // Financial Economy. – 2023. – No. 5. – P. 38–40.
13. Nechaev, A. S. Algorithm of the Risk Management Process in Innovation Activity / A. S. Nechaev, A. V. Prokopyeva // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2013. – No. 4(75). – P. 196–201.
14. Antipina, O. V. Innovation and Investment Development of Territories in the System of Municipal Management : specialty 08.00.05 "Economics and Management of the National Economy" : dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / Oksana Viktorovna Antipina. – Irkutsk, 2011. – 167 p.
15. Chernykh, A. G. Energy Saving and Energy Efficiency Improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005.
16. Zakharov, S. V. A Systematic Approach to Improving the Efficiency of Innovative Small Business Enterprises / S. V. Zakharov // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2015. – No. 3(98). – P. 250–253.
17. Barykina, Yu. N. Innovations as the Main Driving Factor of Economic Growth of the Country / Yu. N. Barykina, Ya. A. Luzgina // Informatization and Virtualization of Economic and Social Life : Proceedings of the 4th Interuniversity Student Scientific and Practical Conference with International Participation (Electronic Edition), Irkutsk, March 14, 2018 / Irkutsk National Research Technical University. – Irkutsk : Irkutsk National Research Technical University, 2018. – P. 200–202.
18. Shchemelev, A. N. Organization and Modeling of Strategic Management Accounting of Innovations / A. N. Shchemelev // Proceedings of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Social Sciences. – 2005. – No. S2. – P. 65–72.
19. Ageeva, N. A. Social Aspects of Innovative Development of Municipalities / N. A. Ageeva, O. V. Antipina // Proceedings of R. E. Alekseev Nizhny Novgorod State Technical University. – 2010. – No. 1(80). – P. 276–281.
20. Zakharov, S. V. The Method of Selection of Innovative Solutions Based on an Assessment of the Efficiency Reserves / S. V. Zakharov, A. O. Troshina, A. U. Lobova // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, September 23–30, 2017. – St. Petersburg, 2017. – P. 601–602. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085895.

Теоретические аспекты обеспечения инновационного развития сельских территорий

Ярчук Ангелина Владимировна
к. экон. н, доц., Мелитопольский государственный университет

Балицкий Сергей Евгеньевич
аспирант, Мелитопольский государственный университет, swk14336@mail.ru

Проблема исследования и обоснование ее актуальности. В научной статье рассматривается теоретические аспекты обеспечения устойчивого развития сельских территорий с учетом современных особенностей функционирования отечественной системы социально-экономических отношений. Особое внимание уделено специфике функционирования крестьянских хозяйств как одной из базовых составляющих рассматриваемого процесса. **Целью исследования** является изучение теоретических и методологических аспектов обеспечения устойчивого развития сельских территорий на принципах инновационности. **Методологической основой** были исследования отечественных ученых, посвященных проблеме обеспечения социально-экономического развития сельских регионов на принципах инновационности с учетом современных реалий функционирования отечественной народно-хозяйственной системы. Основным **результатом работы** следует считать предлагаемые авторами рекомендации по усовершенствованию сущностного содержания дефиниций, характеризующих инновационное развитие сельских территорий. Сформулированы условия обеспечения эффективного функционирования сельских территорий в социально-экономическом и административном аспектах. Исходя из авторской трактовки понятий «инновация», выделены особенности осуществления инновационного развития сельских территорий. Акцентируется внимание на необходимости осуществления просветительских мероприятий, направленных на ознакомление сельского населения с бонусами рассматриваемой системы взаимодействия властных институтов, населения и бизнес-сообщества. Полученные результаты могут быть использованы в процессе разработки и реализации региональных программ, направленных на обеспечение устойчивого развития сельских территорий.

Ключевые слова: аграрное производство, сельские территории, социальный эффект, устойчивое развитие, крестьянское хозяйство, экономический эффект.

Введение

На современном этапе генезиса отечественной экономики неотъемлемым условием ее эффективного развития является имплементация инновационной составляющей в систему производственно-технологических и организационно-управленческих отношений. Минимизация степени использования малопродуктивного неквалифицированного труда в сочетании с повышением скорости разработки, принятия и реализации решений в сфере менеджмента и маркетинга являются основными методами обеспечения конкурентоспособной деятельности отечественного предпринимательства как единого многоукладного образования.

Однако важное значение имеет создание условий для эффективного функционирования на принципах инновационности не только отраслевых направлений и видов деятельности. Экономическое развитие субъектов отечественного предпринимательства невозможно в условиях протекания деструктивных социальных процессов. Общее падение жизненного уровня населения негативно отражается даже на тех направлениях, которые ориентированы на зарубежного потребителя.

В условиях современных реалий, когда в рамках государственных программ ставятся задачи по импортозамещению и ориентации на развитие внутреннего спроса, вопросы обеспечения инновационного развития регионов приобретают чрезвычайную актуальность. Особую значимость данная проблематика имеет применительно к воссоединившимся территориям, где зачастую система социально-экономических отношений не только требует адаптации к общероссийским реалиям, но и нуждается (в большей или меньшей степени) в переформатировании.

В этой следует обеспечивать всеобщность реанимации предпринимательской активности, а также создание условий для позитивной демографической динамики, избегать концентрации бизнес-сообщества и народонаселения в рамках административных центров. Указанные обстоятельства, в свою очередь, обуславливают важность исследования комплекса вопросов в сфере эффективного функционирования сельских территорий как специфической формы осуществления производственно-хозяйственных, административных, а также социокультурных отношений.

Целью статьи является изучение теоретических и методологических аспектов обеспечения устойчивого развития сельских территорий на принципах инновационности.

Обзор литературы

Вопросы, связанные с обеспечением устойчивого развития сельских территорий в социальном и экономическом аспектах были предметом изучения отечественных и зарубежных исследователей. Особое внимание уделялось обоснованию стратегических направлений, определяющих функционирование отечественного села и регионального аграрного производства на средне- и долгосрочную перспективу.

Специфика функционирования крестьянских хозяйств как базового элемента эффективного развития отечественного села рассматривалась в трудах А.М. Макарова [10], А.В. Чаянова [14], А.Н. Челинцева [15] и др. В частности, указывалось на взаимосвязь уровня экономической эффективности семейно-трудовых хозяйств, их социального развития, а также характера демографической динамики.

Проблематика управлением процессами обеспечения устойчивого развития сельских территорий нашли свое отражение в работах В.Г. Борейши [3], О.И. Пантелеева [6], О.В. Шумаковой [16] и др. Отмечалось важность поиска новых подходов к пониманию современной специфики данных процессов, обосновывалась целесообразность оптимизации терминологического и методологического инструментария.

При этом необходимо отметить, что ряд вопросов, связанных с изучением инновационной составляющей устойчивого развития сельских территорий требуют своего дополнительного изучения. Особое внимание следует акцентировать на стимулировании малых форм сельского предпринимательства с использованием инновационных технико-технологических и организационных способов эксплуатации имеющейся ресурсной базы. Это позволит повысить уровень конкурентоспособности их деятельности и снизит уровень депопуляции на селе.

Методология (материалы и методы)

Теоретической и методологической основой исследования являлись принципы концепции устойчивого развития [4], а также теории семейно-трудового крестьянского хозяйства [15]. В частности, указывается на

необходимость обеспечения функционирования сельских территорий в социально-экономическом и административном аспектах вследствие реализации комплекса мероприятий, направленных на повышение информационной, а также инфраструктурной составляющих. Важное место в этой связи имеет стимулирование деятельности семейных форм хозяйствования в различных отраслевых направлениях. Особую значимость приобретает создание условий для конкурентоспособной инновационной деятельности крестьянских хозяйств.

Результаты и их описание

Необходимо отметить, что для сущностной идентификации дефиниции «сельские территории» принято обращаться к тексту «Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации №151-р от 2.02.2015г. Согласно данного документа, указанное понятие трактуется как «территории сельских поселений и межселенные территории». [12]

В свою очередь для следующих терминов в качестве критерия идентификации рассматриваются существующие административные границы, а также специфическая система управления. При этом допускается возможность объединения нескольких населенных пунктов в качестве единого социально-экономического объекта. Данная трактовка, по нашему мнению, отображает общее сущностное видение характера функционирования подобных образований, главной характерной особенностью которых является зафиксированный на уровне соответствующих государственных служб административно-территориальный статус самого населенного пункта, а также земель, закрепленных за ним.

В то же время следует отметить наличие в научной среде альтернативных интерпретаций, отображающих точку зрения конкретных ученых и научных сообществ на природу данного образования в рамках изучаемой ими тематики. В значительной части представленных вариантов толкований в качестве обязательного элемента выступает сельскохозяйственное производство как базовый фактор обеспечения жизнедеятельности местных жителей (табл.1).

Таблица 1

*Распространенные интерпретации дефиниции «сельские территории»**

Источник	Трактовка
Д.А. Баландин	самобытная и обитаемую сельским населением местность с ее природно-климатическими условиями и ресурсами, позволяющими осуществлять производство сельскохозяйственной продукции для решения социальных, экономических, экологических и институциональных задач развития территории на базе соответствующего технологического уклада
В.Г. Борейша	территории населенных пунктов (села, деревни, станицы, поселки, кишлаки, аулы, хутора и др.) за пределами экономического влияния крупных городских центров, являющиеся однородной социально-экономической системой, преимущественно с традиционным ведением подсобного хозяйства и выполняющие многообразные народнохозяйственные функции
Э.А. Калафатов	сложные и открытые системы, в которых исторически сформировались особенные типы и формы взаимосвязей между элементами в рамках сложившихся традиций и ценностей.
О.И. Пантелеева	территориальная система за границей больших населенных пунктов с небольшой численностью населения, находящаяся под постоянным воздействием органов местного и регионального управления
О.В. Шумакова, М.А. Рабканова	сложный социально-экономический, культурно-самобытный ареал существования и жизнедеятельности сельского сообщества, обозначенный территорией вне урбанизированных пространств и включающий в себя сельские поселения, состоящие из сельских населенных пунктов с их социально-производственной инфраструктурой, предприятиями и окружающим природным ландшафтом и соответствующие межселенные территории

**Источник: обобщения автора на основе [1], [3], [6], [7], [16]*

Также следует отметить акцентирование внимания на существенных отличиях между городом и деревней в плане жизненного уклада, уровня доходов и т.д. Некоторые из этих аргументов, по нашему мнению, являются достаточно спорными. К примеру, ведение подсобного хозяйства наблюдается и в частном секторе большого количества городов по причине необходимости повышения уровня доходов населения пенсионного возраста.

Более того, в пригородной зоне сохраняется функционирование такой формы коллективного землепользования сельскохозяйственных угодий, как дачные приусадебные хозяйства. На данный момент их потенциал эксплуатируется крайне неэффективно, однако в перспективе можно рассматривать эту категорию аграриев как один из элементов формирования пригородной рекреационной зоны.

Кроме этого, в условиях активного и равномерного функционирования информационного пространства во всех регионах Российской Федерации феномен специфической деревенской ментальности постепенно концентрируется только среди лиц постпенсионного возраста. Само понятие «сельский образ жизни» также претерпел существенные изменения за последние несколько десятилетий. Социальный статус жителей сельских территорий вследствие функционирования в рамках рыночных отношений выстроился в новую иерархическую пирамиду, что, в свою очередь, повлияло на характер восприятия ими своего место в нынешних реалиях.

Единственным принципиально важным отличием системы сельских, по нашему мнению, является использование жителями природных ресурсов, преимущественно сельскохозяйственных угодий, как основного фактора обеспечения собственного благосостояния. В данном аспекте организационная форма эксплуатации земель определяет образ жизни и образ мысли аграриев.

В данном аспекте актуальной является классификация крестьянских хозяйств, предложенная А.В. Чаяновым для обоснования объективного характера дифференциации социально-экономического состояния сельских жителей, занятых в сфере аграрного производства. Не смотря на то обстоятельство, сформулированное разделение на капиталистические, полутрудовые, зажиточные семейно-трудовые, бедняцкие семейно-трудовые, полупролетарские и пролетарские хозяйства относилось к реалиям конца XIX – начала XXст., общий принцип остается справедливым и в нынешних условиях [14].

Отбрасывая идеологическую составляющую, необходимо отметить, что в процессе обеспечения устойчивого развития сельских территорий целесообразно опираться на семейно-трудовые хозяйства (возможно полутрудовые и полупролетарские), имеющие существенную имущественную привязку к данной местности и заинтересованные в коллективных форматах решения насущных проблем. В данном аспекте нами выделяются следующие условия обеспечения эффективного функционирования сельских территорий в социально-экономическом и административном аспектах.

1.Преобладание земель сельхозназначения в общей структуре землепользования. Также необходимо отметить обязательный факт сохранения их целевого назначения (ограничение перехода в иные категории) в сочетании с поиском возможностей повышения уровня качества почв, уровня плодородия, снижения степени засоренности и т.д.

2.Сельское хозяйство как доминирующее отраслевое направление в структуре валовой продукции рассматриваемой агломерации. Сохранение производства аграрного сырья и продуктов его переработки как основной формы самореализации местного населения позволяет обеспечивать процесс постоянной эксплуатации природных ресурсов, что минимизирует процент засоренных и замусоренных земель. В то же время в случае преобладания крестьянских хозяйств в структуре сельхозпроизводителей мы можем говорить о бережном отношении к сельскохозяйственным угодьям.

3.Наличие постоянного проживающего населения в формате простых и сложных домохозяйств. Поскольку ресурсной основой функционирования крестьянских форм сельскохозяйственного производства является семья, то деятельность данных категорий аграриев на принципах простого и расширенного воспроизводства возможна при условии наличия указанных социальных сообществ. В противном случае мы имеем дело с населением, не заинтересованном в устойчивом развитии сельских территорий.

4.Наличие позитивной демографической динамики. В данной ситуации необходимо рассматривать несколько вариантов обеспечения решения поставленной задачи: стимулирование роста рождаемости и сохранение семьи как базовой социально-экономической единицы; снижение темпов миграции сельского населения и привлечение городских жителей в сельскую местность; привлечение жителей других регионов на условиях постоянного проживания и социализации.

5.Социально-экономическая и культурная интеграция местных жителей в региональную и национальную систему межинституционального взаимодействия. В современной отечественной истории практически не встречаются примеры замкнутого существования сельских общин, существующих на принципах самообеспечения, при этом находясь в режиме самоизоляции. В то же время, принимая во внимание наличие различных форм деструктивного внешнего воздействия, мы не можем исключать использование сельских социальных групп как способа осуществления такого влияния внутри страны. Вследствие этого интеграция в систему институтов на уровне региона и государства носит не только сугубо экономический аспект, а является элементом обеспечения устойчивого развития в контексте общественной стабильности.

Рассматривая вопросы деятельности семейного аграрного предпринимательства, следует отметить, что важным условием эффективного функционирования сельских территорий является общий инновационный характер развития конкретной агломерации.

Понятие «инновация» в научной среде имеет две основных трактовки. В соответствии с первой, данный термин отождествляется с дефиницией «innovation» и ее английским переводом – нововведение. Исходя из данного подхода любое появление ранее несуществовавших результатов физической или интеллектуальной деятельности, либо их существенная оптимизация может рассматриваться как инновация (табл.2).

Другая точка зрения рассматривает инновацию как процесс, выделяя при этом не только оптимизационное воздействие на уровень технико-технологического обеспечения, но и обязательных характер привлечения дополнительных ресурсов для реализации инновационных проектов. Однако преимущественное большинство вариантов (в т.ч. в тексте соответствующего закона) рассматривают инновационную деятельность исключительно как элемент экономических отношений.

Таблица 2

*Основные трактовки понятия «инновация» **

Источник	Толкование
Федеральный закон от 23.08.1996 №127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»	введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях
Большой экономический словарь	вложение средств в экономику, обеспечивающее смену техники и технологии
Словарь финансово-экономических терминов	изобретение, которое начинает использоваться
Словарь современных экономических терминов	нововведения в области техники, технологии, организации труда и управления, основанные на использовании достижений науки и передового опыта, реализующие эти новшества в различных областях и сферах деятельности
Статистика науки и инноваций: Краткий терминологический словарь	конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности либо в новом подходе к социальным услугам
Толковый словарь «Инновационная деятельность»	практическое использование новшества, выступающего в форме конкретного продукта, технологии, структуры или услуги.

**Источник: обобщения автора на основе [2], [5],[8],[9], [11], [13]*

При этом необходимо отметить, что научно-прикладные аспекты социальных инноваций как важного элемента обеспечения эффективного функционирования общественных отношений являются объектом глубоких исследований отечественных и зарубежных ученых, рассматривающих данное направление инновационной деятельности как способ разрешения конфликтных ситуаций, общего повышения уровня жизни населения.

В этой связи нами предлагается альтернативная трактовка данной дефиниции. Мы рассматриваем термин «инновация» как вложение элементов ресурсного потенциала в процесс оптимизации системы социально-экономических отношений путем создания новой продукции материального либо нематериального характера, способного повысить уровень эффективности ее функционирования на отраслевых либо административно-территориальных уровнях.

Исходя из авторского понимания категории «инновация», следует отметить, что осуществление данных процессов в городской и сельской агломерациях имеет существенные различия. Прежде всего, это связано с аграрной специализацией сельских территорий и необходимостью ее сохранения даже в условиях инновационного развития. Ограниченность форм коммерческой самореализации и связанные с этим возможные негативные социальные последствия для развития агломерации обуславливают необходимость комплексного подхода к внедрению инноваций в системе аграрного предпринимательства. В данном аспекте нами выделяются следующие особенности осуществления инновационного развития сельских территорий.

1.Ограниченный и невоспроизводимый характер сельскохозяйственных земель. Применительно к природным ресурсам инновационные решения не могут носить краткосрочный эффект. Применяемая технология возделывания культур либо система содержания скота и птицы, либо непосредственно сорт (порода, кросс) должны обеспечивать восстанавливаемость использованных элементов окружающей среды, как минимум, в прежнем качестве.

2.Взаимосвязь темпов внедрения инновационных технологий и демографических процессов на селе. Как известно, неизбежным следствием внедрения инноваций является обогащение одних предпринимателей и разорение других. Однако в сфере аграрного производства нередки случаи, когда проигравший теряет еще и возможность эксплуатировать сельскохозяйственные угодья – свой основной ресурс получения дохода. В этом случае крестьянское хозяйство перестает существовать не только в экономическом, но и в административном смысле, поскольку семья меняет место проживания.

3.Необходимость обеспечения диверсификации предпринимательской активности в рамках сельских агломераций. Одним из направлений снижения вектора конкурентного противостояния за земельные ресурсы и покупателя является расширение диапазона возможностей коммерчески оправданной самореализации местных жителей. В таких условиях становится возможным переход от соперничества к консолидации в рамках межхозяйственных объединений кооперативно-корпоративного типа. Многочисленные примеры такого успешного сотрудничества в различных отраслевых направлениях были описаны А.В. Чаяновым, исследовавшим специфику развития кооперативного движения на базе крестьянских хозяйств.[14]

4.Социальная ответственность как методологическая база системы отношений между населением, бизнес-сообществом и властными институтами. Данная модель уже давно перестала быть сугубо научно-теоретическим конструктом, ее принципы имплементированы в нормы национального законодательства развитых стран. Более того, представители малого и среднего бизнеса обязаны соответствовать нормам системы трипатризма для того, чтобы быть допущенными к получению грантовых средств. Однако в системе сельских территорий данная модель не получила широкого распространения среди местных жителей, которые не ознакомились с сущностью понятия «социальная ответственность». В данном аспекте приобретает особую значимость осуществление соответствующих просветительских мероприятий, направленных на ознакомление сельского населения с бонусами рассматриваемой системы взаимодействия властных институтов, населения и бизнес-сообщества.

По нашему мнению, эффективное внедрение инновационных решений в системе сельских территорий возможно в условиях функционирования последних на принципах четко выраженной экономической модели, соответствующим образом типизируемой. Более того, существование указанных моделей должно обосновываться не только с научной точки зрения (экономическая эффективность), но и соответствовать стратегии государственного развития, а также не противоречить духовно-нравственным ценностям, принятым в рамках конкретного региона. Лишь в этом случае прогрессивные методы хозяйствования либо формы социально-культурного взаимодействия могут быть рассматриваемы как перспективные и можно ожидать позитивного воздействия от их реализации на характер устойчивого развития сельских территорий.

Заключение

Говоря о системе экономического и социального устройства отечественных сельских территорий, необходимо отметить, что со времен формирования государственности и до настоящего времени включительно оно рассматривалось, прежде всего, как донор трудовых ресурсов, а также средство решения вопроса продовольственной безопасности. Данная ситуация является общепринятой, хотя и носит дискриминационный характер. Однако, в условиях, когда демографическая динамика является негативной, сохранение существующего положения является в высшей степени нецелесообразным. В данном аспекте возникает необходимость анализа перспективных вариантов развития сельских территорий как социально-экономического сообщества.

Литература

1. Баландин, Дмитрий Аркадьевич. Управление устойчивым развитием сельских территорий региона : автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Баландин Дмитрий Аркадьевич; [Место защиты: Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т]. — Тюмень, 2013. — 25 с..
2. Большой экономический словарь : экономика, финансы, бухучет, налоги, страхование, маркетинг, менеджмент, управление / авт. и сост. А. Б. Борисов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Книжный мир, 2010. - 860 с.
3. Борейша, В.Г. Понятие и сущность устойчивого развития сельских территорий: теоретические аспекты / В.Г.Борейша // Экономика и предпринимательство. – 2016. – №2-1. – С. 350-352.
4. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста / В.И. Вернадский. М. Наука. 1988. - 520с.
5. Зверев В.С., Унтура Г.А., Федосеев В.И. Толковый словарь «Инновационная деятельность». Термины инновационного менеджмента и смежных областей (от А до Я) / отв. ред. В.И. Суслов ; ИЭОПП СО РАН. – 3-е изд., доп. – Новосибирск : Сиб. науч. изд-во, 2010. – 269 с.

6. Пантелеева, О.И. Устойчивое развитие сельских территорий: институциональный аспект. – Москва: Изд-во ИП Насреддинова В.В., 2011. – 144 с

7. Калафатов Э.А. Понятие «сельские территории» в аспекте стратегии устойчивого развития // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2022. № 2(59). С. 183-193.

8. Словарь современных экономических терминов / Б.А. Райзберг Б.А., Л.Ш. Лозовский. - 4-е изд.. М.:Айрис-пресс., 2008. – 408с.

9. Словарь финансово-экономических терминов / А. В. Шаркова, А. А. Килячков, Е. В. Маркина и др.; под общ. ред. д. э. н., проф. М. А. Эскиндарова. - М.: Издательско&торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. - 1168 с.

10. Макаров, Н. П. Крестьянское хозяйство и его эволюция / Н. Макаров ; Совет Всероссийских кооперативных съездов. - Москва : тип. Н. Желудковой, 1920. – 23 с.

11. Статистика науки и инноваций : Краткий терминологический словарь / Л. М. Гохберг, Н. В. Городникова, И. А. Кузнецова, Г. С. Сагиева ; Под ред. Л.М. Гохберга. – Москва, 1996.

12. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации №151-р от 2.02.2015г. URL: http://static.government.ru/media/files/Fw1kbNXVJxQ.pdf (дата обращения 02.07.2026)

13. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» (с изменениями и дополнениями)
URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/?ysclid=mr3qb2ycbl34022896 (дата обращения 02.07.2026)

14. Чаянов, А.В. Краткий курс кооперации [Текст] / А. Чаянов. - 4-е изд. -Москва : Центральное Товарищество "Кооперативное изд-во", 1925. - 77 с.

15. Челинцев А.Н. Теоретические основания организации крестьянского хозяйства. / А.Н. Челинцев. Харьков. 1919. – 178с

16. Шумакова О.В., Рабканова М.А. Устойчивое развитие сельских территорий: понятие и сущность // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-7. С. 1643–1646.

Theoretical aspects of ensuring innovative development of rural areas

Yarchuk A.V., Balitsky S.E.
Melitopol State University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The research problem and justification of its relevance. This scientific article examines the theoretical aspects of ensuring sustainable development of rural areas, taking into account the current features of the functioning of the domestic system of socio-economic relations. Particular attention is paid to the specifics of the functioning of peasant farms as one of the basic components of the process under consideration. The aim of the study is to examine the theoretical and methodological aspects of ensuring sustainable development of rural areas based on the principles of innovation. The methodological basis was the research of Russian scientists devoted to the problem of ensuring the socio-economic development of rural regions based on the principles of innovation, taking into account the current realities of the functioning of the domestic national economic system. The main result of the work should be considered the recommendations proposed by the authors for improving the essential content of definitions characterizing the innovative development of rural areas. The conditions for ensuring the effective functioning of rural areas in the socio-economic and administrative aspects are formulated. Based on the author's interpretation of the concept of "innovation", the features of the implementation of innovative development of rural areas are highlighted. The paper emphasizes the need for educational activities aimed at familiarizing rural populations with the benefits of this system of interaction between government institutions, the public, and the business community. The findings can be used in the development and implementation of regional programs aimed at ensuring sustainable rural development.

Keywords: agricultural production, rural areas, social effect, sustainable development, peasant farming, economic effect.

References

1. Balandin, Dmitry Arkadyevich. Sustainable Development Management of Rural Areas in the Region: Abstract of Candidate of Economic Sciences Dissertation: 08.00.05 / Balandin Dmitry Arkadyevich; [Place of protection: Tyumen State Oil and Gas University]. - Tyumen, 2013. - 25 p.
2. Large Economic Dictionary: economics, finance, accounting, taxes, insurance, marketing, management, administration / author. and compiler A. B. Borisov. - 3rd ed., revised. and enlarged. - Moscow: Knizhny Mir, 2010. - 860 p.
3. Boreisha, V.G. Concept and essence of sustainable development of rural areas: theoretical aspects / V.G.Boreysha // Economy and entrepreneurship. - 2016. - No. 2-1. – P. 350-352.
4. Zverev V.S., Untura G.A., Fedoseyev V.I. Explanatory Dictionary "Innovation Activity". Terms of Innovation Management and Related Fields (from A to Z) / ed. V.I. Suslov; IEIE SB RAS. – 3rd ed., suppl. – Novosibirsk: Sib. scientific press, 2010. – 269 p.
5. Panteleeva, O.I. Sustainable Development of Rural Areas: Institutional Aspect. – Moscow: Publishing house of IP Nasreddinova V.V., 2011. – 144 p.
6. Kalafatov E.A. The Concept of "Rural Areas" in the Aspect of Sustainable Development Strategy // Scientific Bulletin: Finance, Banks, Investments. 2022. No. 2(59). pp. 183-193.
7. Dictionary of modern economic terms / B.A. Raizberg B.A., L.Sh. Lozovsky. - 4th ed.. M.: Iris-press., 2008. - 408 p.
8. Dictionary of financial and economic terms / A. V. Sharkova, A. A. Kilyachkov, E. V. Markina and others; under
9. general ed. d.e. Sc., prof. M. A. Eskindarova. - M.: Publishing & Trading Corporation "Dashkov and Co", 2015. - 1168 p.
10. Statistics of science and innovation: Brief terminological dictionary / L. M. Gokhberg, N. V. Gorodnikova, I. A. Kuznetsova, G. S. Sagieva; Ed. L.M. Gokhberg. – Moscow, 1996.
11. Strategy for Sustainable Development of Rural Areas of the Russian Federation through 2030, approved by Russian Government Order No. 151-r of February 2, 2015. URL: http://static.government.ru/media/files/Fw1kbNXVJxQ.pdf (accessed 02.07.2026)
12. Federal Law of 23.08.1996 No. 127-FZ "On Science and State Scientific and Technical Policy" (with amendments and additions) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/?ysclid=mr3qb2ycbl34022896 (accessed 02.07.2026)
13. Chayanov, A.V. A Brief Course in Cooperation [Text] / A. Chayanov. - 4th ed. — Moscow: Central Partnership "Cooperative Publishing House", 1925. — 77 p.
14. Shumakova O.V., Rabkanova M.A. Sustainable development of rural areas: concept and essence // Fundamental research. 2014. No. 8-7. Pp. 1643–1646.

Инновационный потенциал токенизации логистических активов как механизма трансформации отношений собственности в цифровой экономике

Белоручкин Роман Игоревич
бакалавр, программа Логистика и управление цепями поставок, Санкт-Петербургский государственный экономический университет,

Трейман Марина Геннадьевна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Работа посвящена исследованию возможностей токенизации логистических активов как инновационного механизма трансформации отношений собственности и повышения эффективности управления активами. Целью исследования является разработка теоретических положений и обоснование перспектив применения токенизации логистических активов в цифровой экономике. Методическую основу исследования составили сравнительный анализ, классификация и обобщение, а также анализ отечественных и зарубежных научных публикаций и аналитических материалов по проблематике токенизации активов. В результате исследования предложена дифференциация логистических активов по степени готовности к токенизации, раскрыты особенности трансформации отношений собственности.
Ключевые слова: токенизация, логистические активы, цифровая экономика, цифровая трансформация, отношения собственности, блокчейн, инновационный потенциал, управление активами.

Введение

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью формирования и развития научно-методической базы в сфере стремительно развивающихся цифровых технологий и инновационных решений. В условиях цифровой трансформации экономики особую значимость приобретает проблема адаптации логистических систем к внедрению современных технологических решений и цифровых инструментов управления.

Это требует обеспечения соответствия уровня развития логистических систем современному этапу становления и распространения цифровых инноваций. В этом контексте особую значимость приобретает внедрение и использование токенизированных цифровых инструментов, рассматриваемых в качестве перспективного механизма цифровизации экономических и логистических процессов, а также трансформации управления активами, которые в последние годы демонстрируют устойчивый рост интереса и приобретают все большую популярность в практической деятельности.

Теоретические основы исследования токенизации и логистических активов в цифровой экономике

Токенизация – это процесс трансформации учета и управления активами, при котором каждый актив представляется в виде программируемого цифрового токена [2]. В современных условиях развитие технологий токенизации является одним из ключевых мировых трендов, охватывающим безналичные денежные средства на банковских счетах и широкий спектр прочих отраслей экономики [5].

Объектом токенизации могут выступать различные виды активов, в том числе логистические (ресурсы, обеспечивающие функционирование логистических процессов и создание ценности в цепях поставок). В современных условиях они рассматриваются как средства обеспечения логистической деятельности, так и как объекты эффективного управления, цифровизации, инвестирования. Поэтому токенизация логистических активов выступает перспективным инструментом цифровой трансформации логистической отрасли, обеспечивая прозрачность учета, упрощение управления активами, расширение возможностей привлечения капитала.

В Российской Федерации токенизация неденежных активов осуществляется посредством выпуска утилитарных цифровых прав (УЦП) и цифровых финансовых активов (ЦФА) [4]. Правовую основу данного механизма составляет Федеральный закон от 2 августа 2019 г. № 259-ФЗ, который определяет правовой статус утилитарных цифровых прав, устанавливает требования к инвестиционным платформам и их операторам, закрепляет порядок выпуска, учета и обращения цифровых прав, а также регулирует отношения, возникающие между участниками инвестиционной деятельности [1].

Дифференциация логистических активов по степени готовности к токенизации в цифровой экономике

На основе аналитических подходов Организации экономического сотрудничества и развития (OECD), отражающих развитие токенизации и распределенных реестров в финансовых рынках, разработана дифференциация логистических активов по степени готовности к токенизации в условиях цифровой экономики. Предложенная в таблице 1 классификация основана на синтезе положений теории ликвидности активов, институциональной экономики и концепции цифровых активов по материалам OECD [9; 10].

На основе анализа научной литературы и существующей практики токенизации можно предположить, что наиболее высокий уровень готовности к токенизации характерен для стандартизированных и высоколиквидных материальных активов, таких как складские комплексы, контейнеры и транспортные средства. Это объясняется относительной простотой их оценки, высокой степенью формализации прав собственности и сравнительно низкими транзакционными издержками, связанными с их обращением.

В Российской Федерации постепенно формируются институциональные и технологические предпосылки для токенизации материальных логистических активов. Одним из направлений, способствующих их

формированию, выступает цифровая трансформация транспортно-логистической отрасли. Так, реализация Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» предусматривает развитие цифровых платформ и внедрение технологий автоматической идентификации, распределенных реестров, электронных торговых площадок и цифровых двойников [3]. Развитие указанных технологий формирует технологические предпосылки для последующей токенизации логистических активов.

Таблица 1

Сравнительная характеристика логистических активов по уровню готовности к токенизации

Уровень готовности	Логистические активы	Характеристика и потенциал токенизации
Очень высокий	склады, контейнеры, транспорт, логистическая недвижимость	высокая стандартизация и ликвидность; минимальные институциональные барьеры; высокая применимость дробной цифровой собственности
Высокий	оборудование, товарные запасы	частичная стандартизация; умеренные издержки оценки; расширение инвестиционного доступа через цифровые права
Средний	цифровые платформы, программное обеспечение, логистические ИТ-системы	нематериальная природа; зависимость от прав интеллектуальной собственности; необходимость правового регулирования токенизации
Перспективный	транспортная инфраструктура, порты, железнодорожные узлы, будущие денежные потоки	высокая капиталоемкость; институциональные ограничения; потенциал публично-частной токенизации
Ограниченный	государственная инфраструктура, стратегические и критические объекты	жесткое регулирование; ограниченная возможность передачи прав собственности; минимальная применимость токенизации

В настоящее время Министерство финансов Российской Федерации совместно с маркетплейсами рассматривает возможность токенизации товаров, находящихся на складах электронных торговых площадок [8]. Надежность такого механизма обеспечивается подтверждением наличия и сохранности товаров с помощью специального участника системы («оракула»), благодаря чему токены могут выступать предметом залога и расширять возможности финансирования участников электронной коммерции.

Перенос инфраструктурных и государственных активов в цифровой формат оказывается значительно сложнее по сравнению с другими категориями активов. Основной причиной выступают существующие нормы государственного регулирования и специфика их правового обращения, из-за чего возможности использования токенизации остаются ограниченными [7].

Трансформация института собственности логистических активов под воздействием токенизации

В традиционной модели распределения имущественных прав их концентрация, как правило, сохраняется за отдельным собственником либо узким кругом уполномоченных лиц. Такая структура владения ограничивает оборотоспособность активов, снижая их ликвидность и увеличивая издержки, возникающие при совершении сделок.

В условиях токенизации актив выступает базовым объектом, права на который репрезентируются в форме цифровых токенов. Данная модель предполагает структурное разделение имущественного комплекса на дискретные цифровые единицы, что обеспечивает возможность формирования дробного владения и расширения круга участников инвестиционного процесса [5]. На рисунке 1 представлено сравнение классической модели и модели токенизации имущественных прав на примере логистических активов.

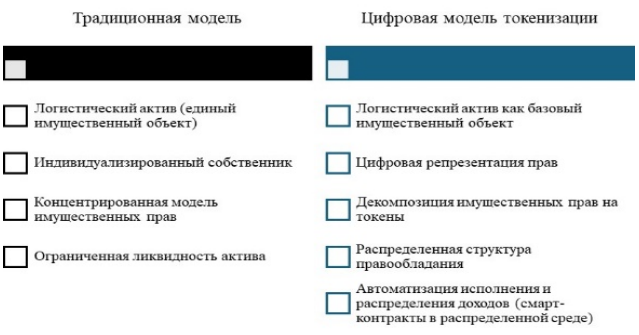


Рисунок 1 – Институциональная трансформация модели собственности при токенизации логистических активов

Особое значение токенизированный подход приобретает в логистическом обеспечении, которая отличается высокой капиталоемкостью, многоуровневыми цепочками поставок и зависимостью от инфраструктурных и операционных активов. Отрасль включает склады, транспортные узлы, терминалы, распределительные центры, системы управления потоками, требующие значительных и устойчивых инвестиций. Такие активы характеризуются низкой ликвидностью из-за высокой стоимости входа и ограниченного круга инвесторов, что обуславливает актуальность токенизации для повышения их доступности.

Дополнительным фактором является фрагментированность логистических цепочек, в которых участвуют операторы складов, транспортные компании, экспедиторы и заказчики. В условиях ограниченной сопоставимости информации это снижает прозрачность движения товарных и финансовых потоков, затрудняет корректную оценку доходности логистических объектов и усиливает неопределённость при принятии инвестиционных решений.

Структура токенизированного логистического актива представлена на рисунке 2 и включает пять уровней.

Рисунок 2 – Многоуровневая структура токенизированного актива

Складской логистический объект в рамках токенизации можно рассматривать как актив, который проходит несколько этапов преобразования –от физической формы к цифровой и инвестиционной:

1. Материальный уровень: складской объект на этом этапе представляет собой материальную инфраструктуру с конкретной площадью, доковыми зонами, паллетоместами, оборудованием и персоналом.
2. Правовой уровень: фиксируются права собственности либо аренды, условия эксплуатации и порядок распределения доходов.
3. Цифровой уровень: на этом уровне объект преобразуется в цифровой формат через токенизацию или дробление на доли, привязанные к денежным потокам либо операционным метрикам, таким как загрузка или доходность площади.
4. Инфраструктурный уровень обращения: ключевую роль начинают играть блокчейн-технологии и смарт-контракты, которые фиксируют сделки, автоматизируют распределение доходов и обеспечивают прозрачность операций с правами на актив.
5. Экономический уровень реализации: Складской объект фактически превращается в инструмент инвестирования, при котором формируется рынок обращения долей, повышается ликвидность, а сам актив начинает функционировать как финансово торгуемая единица доходности.

Складская инфраструктура в условиях токенизации перестает быть исключительно элементом операционной логистики и приобретает признаки финансово обращаемого актива, включенного в инвестиционный контур.

Заключение

Полученные в ходе исследования результаты указывают на то, что внедрение цифровых технологий совместно с токенизированными решениями в логистических процессах формирует одно из перспективных направлений их дальнейшего развития. Это проявляется не только в росте эффективности управления активами, но и в появлении новых механизмов выстраивания экономических взаимодействий между участниками.

Литература

1. Федеральный закон от 02.08.2019 № 259-ФЗ «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // СЗ РФ. 2019. № 31. Ст. 4418.
2. Андрюшин С. А. Токенизация реальных активов: классификация, платформы, приложения, возможности и проблемы развития // Russian Journal of Economics and Law. 2024. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tokenizatsiya-realnyh-aktivov-klassifikatsiya-platformy-prilozheniya-vozmozhnosti-i-problemy-razvitiya (дата обращения: 30.06.2026).

3. Владимирова Т. А., Спицына И. Н., Рубан В. А. Цифровая трансформация и цифровая архитектура субъектов хозяйствования железнодорожного транспорта России // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2026. № 1. С. 53–65.

4. Кочергин Д. А. Современная токенизация денег и активов: формы, особенности и перспективы для России // Экономический журнал ВШЭ. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-tokenizatsiya-deneg-i-aktivov-formy-osobennosti-i-perspektivy-dlya-rossii (дата обращения: 30.06.2026).

5. Маркин Е. А. Новые подходы к организации расчетов: токенизация как фактор изменений // Journal of Monetary Economics and Management. 2024. №8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-podhody-k-organizatsii-raschetov-tokenizatsiya-kak-faktor-izmeneniy (дата обращения: 30.06.2026).

6. Нелюбин И. Д., Ворона Д. Р., Леднев М. В. Токенизация акций как альтернативный источник финансирования // Вестник евразийской науки. 2024. №1S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tokenizatsiya-aktsiy-kak-alternativnyy-istochnik-finansirovaniya (дата обращения: 30.06.2026).

7. Новоселова Л. А., Полежаев О. А. О правовом режиме объектов гражданских прав, выраженных в цифровых активах // Закон. 2020. № 11. С. 165–172.

8. В Минфине сообщили об обсуждении с маркетплейсами токенизации товаров на складах // ТАСС : информационное агентство. – URL: https://tass.ru/ekonomika/27848053 (дата обращения: 30.06.2026).

9. OECD. Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets: OECD Blockchain Policy Series. – Paris: OECD, 2021. – URL: http://www.oecd.org/finance/Regulatory-Approaches-to-the-Tokenisation-of-Assets.htm (дата обращения: 30.06.2026).

10. OECD. Tokenisation of Assets and Distributed Ledger Technologies in Financial Markets: Potential Impediments to Market Development and Policy Implications. OECD Business and Finance Policy Papers, No. 75. – Paris: OECD Publishing, 2025. – URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/01/tokenisation-of-assets-and-distributed-ledger-technologies-in-financial-markets_be149012/40e7f217-en.pdf (дата обращения: 30.06.2026).

The innovative potential of logistics asset tokenization as a mechanism for transforming property relations in the digital economy

Beloruchkin R.Ig., Treyman M.G.
St. Petersburg State University of Economic

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The study is devoted to examining the potential of tokenizing logistics assets as a new mechanism for transforming property relations and improving asset management efficiency. The aim of the research is to develop theoretical foundations and substantiate the prospects for applying the tokenization of logistics assets in the digital economy. The methodological basis of the study includes comparative analysis, classification and generalization, as well as an analysis of domestic and international academic publications and analytical materials on the issue of asset tokenization. As a result of the study, a differentiation of logistics assets according to their degree of readiness for tokenization is proposed, and the specific features of the transformation of property relations are revealed.

Keywords: tokenization, logistics assets, digital economy, digital transformation, property relations, blockchain, innovation potential, asset management.

References

1. Federal Law No. 259-FZ of 02.08.2019 “On Raising Investments Using Investment Platforms and on Amending Certain Legislative Acts of the Russian Federation” // Collection of Legislation of the Russian Federation. 2019. No. 31. Art. 4418.
2. Andryushin S. A. Tokenization of real assets: classification, platforms, applications, opportunities, and development challenges // Russian Journal of Economics and Law. 2024. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tokenizatsiya-realnyh-aktivov-klassifikatsiya-platformy-prilozheniya-vozmozhnosti-i-problemy-razvitiya (accessed: 30.06.2026).
3. Vladimirova T. A., Spitsyna I. N., Ruban V. A. Digital transformation and digital architecture of economic entities in Russian railway transport // Bulletin of the Buryat State University. Economics and Management. 2026. No. 1. Pp. 53–65.
4. Kochergin D. A. Modern tokenization of money and assets: forms, features, and prospects for Russia // Economic Journal of the Higher School of Economics. 2025. No. 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-tokenizatsiya-deneg-i-aktivov-formy-osobennosti-i-perspektivy-dlya-rossii (accessed: 30.06.2026).
5. Markin E. A. New approaches to payment organization: tokenization as a factor of change // Journal of Monetary Economics and Management. 2024. No. 8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-podhody-k-organizatsii-raschetov-tokenizatsiya-kak-faktor-izmeneniy (accessed: 30.06.2026).
6. Nelyubin I. D., Vorona D. R., Lednev M. V. Tokenization of shares as an alternative source of financing // Bulletin of Eurasian Science. 2024. No. 1S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tokenizatsiya-aktsiy-kak-alternativnyy-istochnik-finansirovaniya (accessed: 30.06.2026).
7. Novoselova L. A., Polezhaev O. A. On the legal regime of civil law objects expressed in digital assets // Law. 2020. No. 11. Pp. 165–172.
8. Russian Ministry of Finance reported discussions with marketplaces on tokenization of warehouse goods // TASS News Agency. URL: https://tass.ru/ekonomika/27848053 (accessed: 30.06.2026).
9. OECD. Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets: OECD Blockchain Policy Series. Paris: OECD, 2021. URL: http://www.oecd.org/finance/Regulatory-Approaches-to-the-Tokenisation-of-Assets.htm (accessed: 30.06.2026).
10. OECD. Tokenisation of Assets and Distributed Ledger Technologies in Financial Markets: Potential Impediments to Market Development and Policy Implications. OECD Business and Finance Policy Papers, No. 75. Paris: OECD Publishing, 2025. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/01/tokenisation-of-assets-and-distributed-ledger-technologies-in-financial-markets_be149012/40e7f217-en.pdf (accessed: 30.06.2026).

Развитие складской логистики под воздействием инновационных технологий

Белоручкин Роман Игоревич
бакалавр, программа Логистика и управление цепями поставок, Санкт-Петербургский государственный экономический университет,

Трейман Марина Геннадьевна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Работа посвящена исследованию трансформации складской логистики под воздействием инновационных технологий с акцентом на изменения, охватывающие операционный, управленческий и экономический уровни функционирования складов. Методологический инструментарий основан на системном и функционально-структурном подходах, а также включает анализ отечественных и зарубежных научных публикаций и аналитических материалов, что позволяет сформировать комплексное представление о направлениях трансформации складской логистики. В результате проведена систематизация современных инновационных технологий, применяемых в складской логистике, разработана их классификация по характеру функционального воздействия и выделены основные направления их влияния.
Ключевые слова: складская логистика, инновационные технологии, трансформация логистических систем, цифровизация складской логистики, автоматизация складских процессов, интеллектуальная логистика, бизнес-модель склада.

Введение

Актуальность исследования обусловлена ускоренной цифровизацией логистических систем и активным внедрением инновационных технологий в складскую инфраструктуру, что приводит к качественной трансформации традиционных подходов к организации складской логистики. Современные склады перестают выполнять исключительно функцию операционного звена цепи поставок и все в большей степени приобретают характеристики интеллектуально-управляемых и технологически интегрированных элементов логистических сетей.

В связи с этим особую значимость приобретает разработка подходов к классификации инновационных технологий и анализу направлений их системного влияния на развитие складской логистики. Это позволяет не только упорядочить существующее многообразие технологических решений, применяемых в складской сфере, но и выявить логику их взаимосвязи с изменениями в организационных и управленческих процессах.

Предпосылки развития инновационных технологий в складской логистике

Функционирование складской логистики во многом определяет устойчивость цепей поставок и качество обслуживания потребителей, поскольку именно на уровне склада обеспечивается координация основных материальных потоков [3]. На протяжении длительного времени развитие складской инфраструктуры осуществлялось преимущественно экстенсивным путем – за счет строительства новых складов, распределительных центров и других логистических объектов [5].

Однако значительные инвестиционные затраты и длительные сроки реализации подобных проектов постепенно сместили акцент на более эффективное использование уже имеющихся складских мощностей. В связи с этим особую актуальность приобретает оптимизация процессов хранения, отгрузки и учета товаров, которая невозможна без постоянного совершенствования методов управления и внедрения инновационных технологий [3]. Вместе с тем внедрение инновационных технологий и современных методов управления в складскую логистику все чаще рассматривается как необходимое условие повышения конкурентоспособности предприятий в условиях современных вызовов [4].

Классификация инновационных технологий в складской логистике

В данном исследовании предложена классификация инновационных технологий складской логистики, основанная на анализе их влияния на развитие и функционирование складской инфраструктуры. Инновации рассматриваются как взаимосвязанная система элементов, определяющих направления трансформации складских процессов – от совершенствования операционного уровня до внедрения интеллектуально-автономных моделей управления.

Таблица 1
Классификация инновационных технологий складской логистики и их функциональное воздействие

№	Группа инноваций	Содержание (ключевые технологии)	Функциональное воздействие на складскую логистику
1	**Технологические инновации**	Роботизированные системы, AGV/AMR, AS/RS, RFID, IoT, автоматизированные сортировочные комплексы	Автоматизация и повышение эффективности физических складских операций (приемка, хранение, комплектация, отгрузка)
2	**Цифровые инновации**	Искусственный интеллект, цифровые двойники, Big Data, облачные WMS, компьютерное зрение, предиктивная аналитика	Интеллектуализация управления складскими процессами, повышение точности прогнозирования и прозрачности операций
3	**Организационные инновации**	Warehouse-as-a-Service, shared warehousing, омниканальные распределительные центры, микрофулфилмент	Трансформация организационной структуры и бизнес-модели складской логистики, переход к гибким и сервисным моделям
4	**Финансовые инновации**	REIT, цифровые финансовые активы, токенизация инфраструктуры, Supply Chain Finance	Изменение экономической модели складской инфраструктуры, развитие новых механизмов финансирования и капитализации активов
5	**Интеллектуальные инновации**	Агентные системы, мультиагентное управление, автономные системы принятия решений	Переход к самоорганизующимся и автономным логистическим системам, минимизация участия человека в управлении

В предложенной классификации выделены пять групп инноваций, различающихся характером воздействия на складскую логистику и формирующих основные векторы развития. Результаты приведены в таблице 1.

Технологические инновации лежат в основе развития складской логистики, обеспечивая переход к автоматизированному выполнению операций и модернизации складской инфраструктуры. Наиболее значимым направлением остается роботизация, включающая автономных мобильных роботов (AMR), автоматизированные транспортные системы (AGV) и роботизированные манипуляторы, которые становятся неотъемлемой частью современных складских комплексов [7].

Внедрение таких технологий обусловлено необходимостью повысить производительность, сократить эксплуатационные расходы и снизить влияние человеческого фактора при выполнении однотипных операций. Автоматизация создает основу для дальнейшей цифровой трансформации складов и внедрения интеллектуальных методов управления.

Цифровизация меняет подход к управлению складом. Основное внимание смещается с автоматизации отдельных процессов на работу с данными, их анализ и использование для прогнозирования и выбора наиболее эффективных решений. Цифровые системы координируют складские операции, делают их более прозрачными и помогают быстрее реагировать на изменения и сбои в цепях поставок. Основные цифровые технологии складской логистики представлены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Цифровые технологии складской логистики

Организационные инновации связаны с переходом к более гибким моделям использования складской инфраструктуры. Развитие электронной коммерции, омниканальной торговли и платформенных сервисов способствует совместному использованию ресурсов и более тесному взаимодействию участников цепей поставок. В результате склад выполняет не только функцию хранения, но и становится частью логистической экосистемы, способной быстрее адаптироваться к изменяющимся условиям.

Финансовые инновации отражают изменения в подходах к привлечению инвестиций для развития складской инфраструктуры. Рост капиталоемкости логистических объектов расширяет применение новых финансовых инструментов, повышает инвестиционную привлекательность складских активов и способствует их интеграции с цифровыми финансовыми механизмами.

Следующий этап развития Warehouse 4.0 связан с использованием интеллектуальных технологий, которые постепенно переводят управление складом от автоматизации операций к автономному принятию решений. Данные из различных источников применяются для анализа текущей ситуации, координации работы инфраструктуры и оперативной корректировки процессов. Исследования показывают, что сочетание IoT, методов машинного обучения и алгоритмов оптимизации делает управление потоками и ресурсами более гибким и эффективным [8].

Основные направления трансформации складской логистики под воздействием инновационных технологий

На основе предложенной классификации инноваций в складской логистике можно выделить следующие ключевые направления трансформации:

1. Автоматизация складских операций характеризуется снижением доли ручного труда в выполнении складских процессов, ускорением обработки материальных потоков, повышением точности операций и сокращением операционных ошибок за счет переноса рутинных функций на технические системы [7].

2. Интеллектуализация процессов управления проявляется в переходе к управлению складскими процессами на основе прогнозирования, моделирования и аналитической обработки данных, что обеспечивает обоснованность управленческих решений, адаптацию к изменениям спроса и повышение оперативности реагирования.

3. Повышение прозрачности и управляемости потоков заключается в обеспечении непрерывной наблюдаемости движения материальных ресурсов и запасов на всех стадиях логистической цепи, что повышает уровень контроля, снижает неопределенность и способствует более точному планированию операций [2].

4. Переход к цифровым платформенным моделям выражается в формировании единого информационного пространства управления логистическими процессами, обеспечивающего интеграцию участников цепи поставок, согласованность данных и координацию операций в реальном времени [1].

5. Изменение экономической природы складской инфраструктуры проявляется в переходе от восприятия склада как затратного элемента к его функционированию как источника формирования дополнительной ценности за счет влияния на скорость, качество и гибкость логистического обслуживания.

В целом выделенные направления отражают комплексный характер происходящих изменений в складской логистике, при котором технологические, управленческие и экономические преобразования формируют единую траекторию развития складских систем, ориентированную на повышение их эффективности и адаптивности.

Заключение

Инновационные технологии в складской логистике не сводятся к отдельным локальным улучшениям отдельных операций. Их влияние проявляется в формировании связанной совокупности изменений, которая затрагивает разные уровни функционирования складской инфраструктуры и постепенно перестраивает ее внутреннюю логику.

Представленный подход позволяет интерпретировать эволюцию складской логистики не как набор отдельных технологических улучшений, а как последовательный переход от классической инфраструктурной организации к более сложной интеллектуально-платформенной модели управления. В рамках такой логики склад перестает восприниматься исключительно как физическое пространство для размещения и хранения товарных запасов.

Литература

1. Егерева Ю. Б., Бахарев В.В. Цифровые логистические платформы как инновационный формат предоставления логистических услуг: критический анализ // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2023. №2 (46). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-logisticheskie-platformy-kak-innovatsionnyy-format-predostavleniya-logisticheskih-uslug-kriticheskiy-analiz (дата обращения: 05.07.2026).

2. Квятковский, Д. В. Современные цифровые технологии в обеспечении прозрачности процессов цепей поставок / Д. В. Квятковский // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 5. – С. 1803-1818. – DOI 10.18334/epp.14.5.120818. – EDN DKCOSW.

3. Примаков Н. В., Гавронова П. Д. Складская логистика в условиях цифровой трансформации // Научный журнал КубГАУ. 2024. №201. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/skladskaya-logistika-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii (дата обращения: 05.07.2026).

4. Третьяченко Т. В., Позднухов Д. С. Современные инновационные технологии и перспективы их внедрения в отечественную складскую логистику // Вестник РГЭУ РИНХ. 2025. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-innovatsionnye-tehnologii-i-perspektivy-ih-vnedreniya-v-otechestvennuyu-skladskuyu-logistiku (дата обращения: 05.07.2026).

5. Юнаев Ю. Д., Песоцкий Ю.С. Цифровизация логистических процессов как инструмент снижения перегрузок транспортно-складской инфраструктуры // Региональная и отраслевая экономика. 2026. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-logisticheskih-protsessov-kak-instrument-snizheniya-peregruzok-transportno-skladskoy-infrastruktury (дата обращения: 05.07.2026).

6. СберПро. Принеси-подай. Как роботизируют склады в России [Электронный ресурс]. — URL: https://sber.pro/publication/prinesi-podai-kak-robotiziruyut-skladi-v-rossii/ (дата обращения: 05.07.2026).

7. Тренды транспортной и складской логистики // TransRussia : официальный сайт. – 2024. – 21 июня. – URL: https://transrussia.ru/ru/media/news/2024/june/21/trendy-transportnoj-i-skladskoj-logistiki/ (дата обращения: 05.07.2026).

8. The Suitability-Feasibility-Acceptability Strategy Integrated with Bayesian BWM-MARCOS Methods to Determine the Optimal Lithium Battery Plant Located in South America [Электронный ресурс] // Mathematics. – 2022. – Vol. 10, No. 14. – Art. 2401. – URL: https://www.mdpi.com/2227-7390/10/14/2401 (дата обращения: 05.07.2026).

Development of warehouse logistics under the influence of innovative technologies
Beloruchkin R.Ig., Treyman M.G.
St. Petersburg State University of Economic
JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The study focuses on the transformation of warehouse logistics under the influence of innovative technologies, with an emphasis on changes affecting the operational, managerial, and economic levels of warehouse functioning. The methodological framework is based on systems and functional-structural approaches, and also includes an analysis of both domestic and international scientific publications and analytical materials, which makes it possible to develop a comprehensive understanding of the key directions of transformation in warehouse logistics. As a result, modern innovative technologies used in warehouse logistics were systematized, their classification was developed according to the nature of functional impact, and the main directions of their influence were identified.

Keywords: warehouse logistics, innovative technologies, transformation of logistics systems, digitalization of warehouse logistics, automation of warehouse processes, intelligent logistics, warehouse business model.

References

1. Egereva, Yu. B., & Bakharev, V. V. Digital logistics platforms as an innovative format for providing logistics services: a critical analysis. Models, Systems, Networks in Economics, Engineering, Nature and Society, 2023, No. 2 (46). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-logisticheskie-platformy-kak-innovatsionnyy-format-predostavleniya-logisticheskih-uslug-kriticheskiy-analiz (accessed: 05.07.2026).
2. Kvyatkovskiy, D. V. Modern digital technologies in ensuring transparency of supply chain processes. Economics, Entrepreneurship and Law, 2024, Vol. 14, No. 5, pp. 1803–1818. DOI: 10.18334/epp.14.5.120818. EDN DKCOSW.
3. Primakov, N. V., & Gavronova, P. D. Warehouse logistics under digital transformation. Scientific Journal of KubSAU, 2024, No. 201. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/skladskaya-logistika-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii (accessed: 05.07.2026).
4. Tretyachenko, T. V., & Pozdnukhov, D. S. Modern innovative technologies and prospects for their implementation in domestic warehouse logistics. Bulletin of RSUE (RINH), 2025, No. 1. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-innovatsionnye-tehnologii-i-perspektivy-ih-vnedreniya-v-otechestvennuyu-skladskuyu-logistiku (accessed: 05.07.2026).
5. Yunaev, Yu. D., & Pesotskiy, Yu. S. Digitalization of logistics processes as a tool for reducing congestion in transport and warehouse infrastructure. Regional and Sectoral Economics, 2026, No. 7. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-logisticheskih-protsessov-kak-instrument-snizheniya-peregruzok-transportno-skladskoy-infrastruktury (accessed: 05.07.2026).
6. SberPro. “Bring-and-take: How warehouses are being robotized in Russia.” Available at: https://sber.pro/publication/prinesi-podai-kak-robotiziruyut-skladi-v-rossii/ (accessed: 05.07.2026).
7. Trends in transport and warehouse logistics. TransRussia, official website, June 21, 2024. Available at: https://transrussia.ru/ru/media/news/2024/june/21/trendy-transportnoj-i-skladskoj-logistiki/ (accessed: 05.07.2026).
8. “The Suitability-Feasibility-Acceptability Strategy Integrated with Bayesian BWM-MARCOS Methods to Determine the Optimal Lithium Battery Plant Located in South America.” Mathematics, 2022, Vol. 10, No. 14, Article 2401. Available at: https://www.mdpi.com/2227-7390/10/14/2401 (accessed: 05.07.2026).

Методические подходы к оценке инновационных способностей систем управления металлургического предприятия

Герц Никита Алексеевич
аспирант, кафедра управления проектом, Государственный университет управления, nikita.v99@gmail.com

В статье систематизированы методические подходы к оценке инновационных способностей управленческих систем в металлургии. Рассмотрены ресурсно-ориентированный, результативный и процессно-динамический подходы, предложена их интеграция в трехуровневую модель оценки. На основе эмпирических данных крупнейших российских металлургических компаний проанализирована связь между структурными элементами управления и инновационной результативностью. Выявлен управленческий парадокс: наличие формальных инновационных структур не гарантирует экономической отдачи от инноваций, что требует пересмотра подходов к оценке управленческих инновационных способностей.
Ключевые слова: инновационные способности, система управления, металлургическое предприятие, оценка зрелости, управленческие инновации.

Введение

Металлургическая отрасль на протяжении десятилетий сохраняет статус системообразующего элемента промышленного комплекса России, поскольку именно она создает материально-техническую базу для развития машиностроения, строительного сектора, трубной индустрии и смежных производственных цепочек. Без стабильного функционирования металлургических предприятий невозможно обеспечить ни обороноспособность страны, ни реализацию крупных инфраструктурных проектов, ни устойчивый рост высокотехнологичных отраслей обрабатывающей промышленности. Однако в последние годы все более отчетливо проявляется тенденция к замедлению инновационного развития российской экономики в целом, и металлургия здесь не является исключением: по ключевым показателям инновационной активности страна сохраняет существенное отставание от наиболее развитых государств, что создает серьезные риски для долгосрочной конкурентоспособности отечественной промышленности. Данное обстоятельство настоятельно требует пересмотра сложившихся подходов к управлению социально-экономическими системами и активизации поиска новых организационно-управленческих решений, способных преодолеть инерцию сложившихся технологических укладов.

В условиях нарастающей геополитической напряженности и курса на достижение технологического суверенитета стратегическое развитие металлургических предприятий все в большей степени связывается с активизацией инновационных процессов. При этом ключевым фактором, определяющим успех или неудачу инновационных преобразований, становится не столько объем финансирования или наличие современного оборудования, сколько способность самой системы управления предприятием генерировать новые идеи, воспринимать внешние технологические импульсы и обеспечивать эффективное внедрение инноваций во все звенья производственно-сбытовой цепи. Именно управленческая система выступает тем интегрирующим механизмом, который соединяет разрозненные инновационные инициативы в единый стратегический процесс, и от того, насколько данная система обладает инновационной восприимчивостью, в конечном счете зависит конкурентоспособность предприятия в долгосрочной перспективе. Проблематика оценки инновационных способностей систем управления находится на стыке сразу нескольких научных направлений, среди которых следует выделить теорию инновационного менеджмента, корпоративное управление и экономику отраслевых рынков. Каждая из перечисленных дисциплин предлагает собственный угол зрения на природу инновационной активности управленческих структур, однако комплексного подхода, учитывающего специфику металлургического производства, в настоящее время явно недостаточно. Особую актуальность приобретает вопрос о разработке методического инструментария, который позволял бы не просто констатировать наличие тех или иных инновационных структурных подразделений — научно-технических центров, патентных отделов, венчурных фондов или лабораторий цифровых технологий, — но и давать объективную оценку их реальной результативности в контексте общей эффективности предприятия.

Практика деятельности отечественных металлургических холдингов свидетельствует о том, что формальное присутствие в организационной структуре перечисленных элементов инновационной инфраструктуры далеко не всегда трансформируется в реальный поток инновационной продукции и измеримый экономический эффект. Нередко возникает ситуация, когда предприятие обладает развитым патентным портфелем и многочисленными научными подразделениями, однако доля инновационной продукции в общей выручке остается крайне незначительной, а внедрение новых технологий затягивается на годы. Этот разрыв между инновационным потенциалом управленческой системы и ее фактической результативностью требует глубокого теоретического осмысления и эмпирического исследования, результатом которого должно стать совершенствование методических подходов к диагностике инновационных способностей систем управления.

Цель настоящего исследования состоит в систематизации существующих методических подходов к оценке инновационных способностей систем управления применительно к специфике металлургических предприятий, а также в разработке интегративной модели, которая позволила бы преодолеть ограничения каждого из подходов в отдельности и давала комплексное представление как о структурных, так и о процессных и ре-

зультативных аспектах инновационной активности. Достижение поставленной цели предполагает последовательное решение ряда взаимосвязанных задач, включающих критический анализ теоретической базы, эмпирическую апробацию показателей на данных ведущих металлургических компаний и обоснование рекомендаций по совершенствованию управленческой практики. Понятие «инновационные способности системы управления» включает два взаимосвязанных аспекта. Это *потенциальная возможность* управленческой структуры генерировать, отбирать и продвигать инновационные решения и *реализованная способность* трансформировать инновационный потенциал в конкретные результаты — новые продукты, технологии, организационные формы. В исследовании Ефимовой С.А. обосновано, что инновационный потенциал реализуется в большей степени, если при планировании деятельности предприятия минимизировать жесткость и схематичность планов, сделав их более приближенными к современным условиям функционирования. Это положение перекликается с современными концепциями «организационной двойственности» (ambidexterity), предполагающими способность системы одновременно эффективно управлять текущими процессами и разрабатывать новые направления.

В металлургической отрасли, характеризующейся высокой капиталоемкостью, длительными инвестиционными циклами и жесткой технологической связанностью, проявление инновационных способностей управленческих систем имеет специфические черты (см.Рис.1). Инновационная активность предприятия, рассматриваемая в контексте управленческого анализа, представляет собой сложную, многоуровневую характеристику, которая не сводится к простой сумме затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или к количеству поданных патентных заявок. В своей сущности инновационная активность есть интегральная способность хозяйствующего субъекта к восприятию внешних и генерации внутренних импульсов обновления, а также к их последующей трансформации в конкретные производственные, технологические или организационные результаты, обеспечивающие предприятию устойчивые конкурентные преимущества. Данная способность не является статичным атрибутом, раз и навсегда закрепленным за организацией, но представляет собой динамическую характеристику, которая изменяется под влиянием множества факторов внутреннего и внешнего порядка, включая качество управленческих решений, уровень корпоративной культуры, степень вовлеченности персонала в инновационные процессы и восприимчивость руководства к новым управленческим парадигмам.

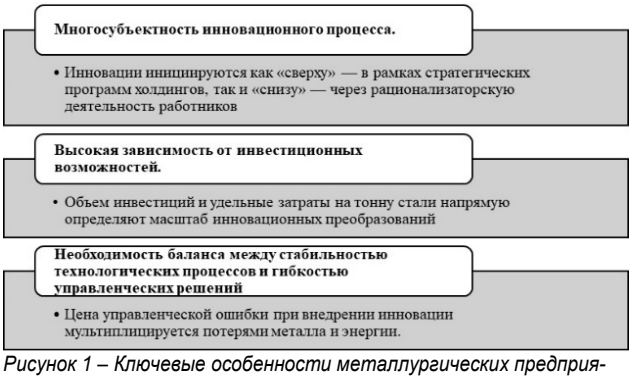


Рисунок 1 – Ключевые особенности металлургических предприятий при внедрении инноваций

Ключевым звеном в данной логической цепочке выступает восприимчивость к инновациям, которую можно определить как глубинное системное свойство организации, отражающее ее готовность и способность своевременно распознавать появляющиеся возможности для улучшения, адекватно оценивать их потенциальную ценность и принимать решения о практической реализации соответствующих изменений. Восприимчивость к инновациям проявляется не только в формальных процедурах отбора инновационных проектов или в наличии регламентов управления изменениями, но и в неформальных аспектах организационной жизни — в том, насколько свободно циркулирует информация между подразделениями, насколько поощряется инициатива работников низовых звеньев и насколько быстро удается преодолевать сопротивление изменениям, неизбежно возникающее в любой устоявшейся социально-экономической системе. Именно высокая восприимчивость позволяет предприятию не упускать те технологические и рыночные окна возможностей, которые открываются в динамично меняющейся внешней среде, и своевременно адаптировать свою продуктовую линейку, производственные процессы и организационные структуры к новым условиям хозяйствования.

Однако было бы ошибочным полагать, что высокая инновационная активность или развитая восприимчивость к нововведениям являются самоцелью и автоматически гарантируют экономический успех предприятия. В конечном счете вся совокупность инновационных усилий, вся система управленческих решений, направленных на активизацию инновационных процессов, должна быть подчинена главному критерию — достижению измеримого экономического результата, который может выражаться в росте производительности труда, снижении себестоимости продукции, увеличении рыночной доли, повышении качества выпускаемой продукции или в укреплении долгосрочной конкурентоспособности предприятия на внутреннем и внешнем рынках. Только в том случае, когда инновационная активность последовательно и неразрывно трансформируется в конкретные экономические выгоды, можно говорить о ее подлинной эффективности и о состоятельности используемых управленческих подходов к стимулированию нововведений. Таким образом, инновационная активность предприятия должна рассматриваться как процессуальная характеристика, разворачивающаяся во времени и проходящая последовательные стадии от зарождения идеи до ее коммерциализации, причем переход от каждой предыдущей стадии к последующей требует не только ресурсного обеспечения, но и высокого уровня управленческой компетентности на всех этапах этого пути. Восприимчивость к инновациям в данном контексте выступает тем системным качеством, которое опосредует связь между инвестируемыми ресурсами и получаемыми результатами, являясь своего рода катализатором, ускоряющим или замедляющим прохождение инноваций по всей цепочке создания стоимости. Именно поэтому оценка инновационных способностей систем управления не может ограничиваться фиксацией статических показателей наличия ресурсов или формальных структур, но должна включать в себя диагностику динамических аспектов — скорости принятия решений, гибкости организационных процедур, качества обратной связи и степени интеграции инновационных процессов в общий контур стратегического управления предприятием.

В современной литературе можно выделить три основных методических подхода к оценке инновационных способностей систем управления применительно к металлургическим предприятиям (см.Рис.2).

Ресурсно-ориентированный подход	Данный подход фокусируется на анализе наличия и качественных характеристик элементов инновационной инфраструктуры: наличие центра научных разработок, поддержка стартапов, корпоративный венчурный фонд и другие элементы. К достоинствам подхода относится возможность сравнительного анализа компаний по формализованным критериям. Однако ключевой недостаток заключается в том, что сам по себе набор элементов не гарантирует инновационной результативности.
Результативный (результирующий) подход	Этот подход базируется на количественной оценке инновационной активности через систему относительных показателей.
Процессно-динамический подход	Данный подход рассматривает инновационные способности систем управления через призму организационных процедур и динамики принятия решений. Традиционный порядок рассмотрения инноваций включает последовательное прохождение через несколько уровней управления, на каждом из которых происходит оценка и отбор сотрудниками, которые порой не обладают полной информацией.

Рисунок 2 - Основные методические подходы к оценке инновационных способностей

Ресурсно-ориентированный подход к оценке инновационных способностей систем управления базируется на фундаментальной предпосылке о том, что наличие определенного набора структурных элементов и организационных механизмов является необходимым условием для эффективной инновационной деятельности. В основе данного подхода лежит ресурсная теория фирмы, согласно которой конкурентные преимущества предприятия определяются совокупностью принадлежащих ему уникальных ресурсов и компетенций, которые трудно воспроизвести конкурентам. Применительно к оценке инновационных способностей систем управления ресурсно-ориентированный подход предполагает детальный анализ того, какими именно элементами инновационной инфраструктуры располагает предприятие, насколько они соответствуют современным требованиям и какова степень их институциональной оформленности и организационной зрелости. В качестве ключевых элементов, подлежащих идентификации и качественной оценке, рассматриваются такие структурные компоненты, как наличие специализированного центра научных разработок или научно-исследовательского института в составе корпорации, обеспечивающего проведение фундаментальных и прикладных исследований по профильным направлениям деятельности предприятия. Не менее значимым элементом выступает система поддержки стартапов и инновационных проектов, которая может

принимать различные организационные формы — от корпоративных акселераторов и инкубаторов до специализированных венчурных фондов, финансирующих перспективные разработки на ранних стадиях их жизненного цикла. Важным структурным элементом считается также наличие патентно-лицензионного отдела или управления интеллектуальной собственностью, задачей которого является охрана и коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности, а также формирование и управление патентным портфелем предприятия. К числу дополнительных элементов ресурсной базы относятся центры коллективного пользования оборудованием, лаборатории цифровых технологий, системы управления инновационными проектами, а в металлургической отрасли — собственные опытно-экспериментальные производства и центры компетенций по конкретным технологическим направлениям. Более того, данный подход дает возможность отслеживать динамику развития инновационной инфраструктуры предприятия в ретроспективе и выявлять структурные компоненты, требующие дополнительного внимания при планировании инвестиций. Однако ключевой недостаток ресурсно-ориентированного подхода заключается в том, что наличие всех перечисленных элементов инновационной инфраструктуры само по себе вовсе не гарантирует достижения предприятием инновационной результативности — можно обладать самым современным научно-техническим центром, располагать значительным венчурным бюджетом и разветвленной патентной службой, но при этом не иметь ни одного реализованного инновационного проекта, приносящего измеримый экономический эффект. Данное ограничение порождает так называемый синдром формальной инновационности, когда предприятие создает у внешних наблюдателей впечатление инновационно активной организации, однако фактически инновационные процессы носят имитационный или декоративный характер, а созданная инфраструктура работает с низкой отдачей.

Результативный подход к оценке инновационных способностей систем управления исходит из принципиально иной логики, смещая фокус исследования с наличия структурных элементов на конечные показатели, отражающие реальные достижения предприятия в сфере инновационной деятельности. В рамках данного методологического направления оценка производится на основе системы количественных индикаторов, которые позволяют судить о том, насколько успешно предприятие трансформирует свой инновационный потенциал в конкретные, измеримые результаты, имеющие экономическую и социальную значимость. К числу ключевых показателей, наиболее часто используемых при реализации результативного подхода, относятся удельный вес затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в общем объеме затрат предприятия, который характеризует ресурсную интенсивность инновационной деятельности и позволяет оценить, какую долю своих средств организация готова инвестировать в создание новых знаний и технологий. Не менее значимым индикатором выступает удельный вес внедренных инновационных мероприятий к общему количеству разработанных или находящихся в стадии незавершенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ — этот показатель отражает эффективность трансфера результатов исследований и разработок в реальное производство, показывая, какая доля созданных инноваций действительно доходит до стадии практической реализации. Важным дополнением к названным индикаторам служит удельный вес используемых в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ основных фондов в общем их объеме, характеризующий техническую оснащенность инновационных процессов и позволяющий судить о том, насколько современное и производительное оборудование задействовано в исследовательской деятельности предприятия. Существенное значение в рамках результативного подхода придается также кадровому измерению инновационной активности, которое находит свое выражение в удельном весе работников, прошедших повышение квалификации или переподготовку в области инновационных технологий и методов управления, что отражает инвестиции предприятия в развитие человеческого капитала как ключевого ресурса инновационной деятельности. Наконец, завершающим звеном в системе показателей результативного подхода является удельный вес результатов исследований и разработок — объектов интеллектуальной собственности, патентов, ноу-хау и иных нематериальных активов — в общей сумме внеоборотных активов предприятия, что дает представление о капитализации интеллектуального потенциала организации и о том, в какой степени результаты инновационной деятельности находят отражение в структуре имущества предприятия. На основе совокупности перечисленных индикаторов может быть построена интегральная оценка инновационной активности, например, с использованием аппарата энтропии как количественной меры неопределенности совокупности характеристик исследуемого объекта, что позволяет отслеживать динамику инновационной активности в сопоставимом виде и проводить межотраслевые и межрегиональные сравнения. Главным достоинством результативного подхода является его ориентация на конечный, экономически значимый результат, что позволяет оценивать инновационную деятельность не как самоцель, а как средство достижения конкурентных преимуществ и повышения эффективности хозяйствования. Однако и у этого подхода имеется серьезный недостаток — показатели результативности носят преимущественно запаздывающий характер, фиксируя уже свершившиеся факты инновационной активности и не давая возможности своевременно диагностировать проблемы на ранних стадиях инновационного цикла, что ограничивает управленческий потенциал данного подхода для оперативной корректировки инновационной стратегии.

Процессно-динамический подход к оценке инновационных способностей систем управления представляет собой наиболее сложное и многогранное методологическое направление, поскольку он рассматривает инновационную деятельность предприятия не как статичную совокупность структурных элементов и не как фиксированный набор достигнутых результатов, а как непрерывный, разворачивающийся во времени процесс, характеризующийся определенной динамикой, последовательностью этапов, внутренней логикой принятия решений и организационными процедурами, опосредующими прохождение инновационных идей от стадии зарождения до стадии коммерциализации. В рамках данного подхода оценке подлежат не столько наличие тех или иных институциональных форм или достигнутые количественные показатели, сколько то, каким образом организовано движение инновационных проектов внутри управленческой системы, насколько быстро и эффективно принимаются решения об их поддержке или отклонении, какова степень вовлеченности различных уровней управления в инновационный процесс и насколько гибко система реагирует на возникающие в ходе реализации проектов непредвиденные обстоятельства. Исследование процессно-динамических аспектов инновационной деятельности позволяет выявить те узкие места и институциональные ловушки, которые могут существенно замедлять или искажать инновационный процесс даже при наличии значительных ресурсов и формально благоприятных структурных условий. В металлургической отрасли, характеризующейся высокой капиталоемкостью и жесткой технологической связанностью производственных процессов, традиционный порядок рассмотрения инноваций предполагает их последовательное прохождение через несколько уровней управленческой иерархии, на каждом из которых осуществляется экспертная оценка, фильтрация и отбор предложений сотрудниками, которые, однако, не всегда обладают всей полнотой информации, необходимой для принятия обоснованных решений, а иногда, в силу различных обстоятельств, включая субъективные предпочтения и сложившиеся стереотипы, могут выступать противниками новых идей и проектов. Это приводит к тому, что даже потенциально перспективные инновационные предложения либо отсеиваются на ранних стадиях рассмотрения, либо проходят через многократные согласования, значительно удлиняющие сроки их вывода на рынок и снижающие конкурентные преимущества, которые могли бы быть получены при более быстрой реализации. В ответ на выявленные недостатки традиционных процедур в практике управления инновациями все более широкое распространение получают усовершенствованные модели работы с инновационными проектами, основанные на создании специализированных управленческих структур, ответственных за весь инновационный цикл, внедрении обезличенной, независимой экспертизы инновационных предложений, обеспечивающей объективность оценок и снижающей влияние субъективных факторов, а также на обеспечении открытости информации о проблемных зонах производства и стадиях их решения, что позволяет вовлекать в инновационный процесс более широкий круг участников. Особого внимания в рамках процессно-динамического подхода заслуживает механизм двухканального поступления инноваций в систему управления: с одной стороны, это проекты, инициируемые «сверху» — в рамках стратегических программ управляющей компании или корпоративного центра, определяющих приоритетные направления технологического развития; с другой стороны, это инициативы, поступающие «снизу» — рационализаторские предложения, технические решения и инновационные идеи работников производственных подразделений, которые благодаря своему непосредственному контакту с производственным процессом часто обладают уникальным знанием его узких мест и потенциальных точек улучшения. Сочетание этих двух каналов позволяет системе управления использовать как стратегическое видение высшего руководства, так и внутрифирменный творческий потенциал, накопленный в низовых звеньях организации, что существенно повышает разнообразие генерируемых инновационных альтернатив и снижает риск упустить перспективные направления развития. Несомненным достоинством процессно-динамического подхода является его ориентация на управленческую реаль-

ность, на те организационные процедуры и поведенческие паттерны, которые в конечном счете определяют успех или неудачу инновационных преобразований, однако сложность формализации процессных характеристик и трудности их количественного измерения создают серьезные препятствия для широкого практического применения данного подхода в его чистом виде.

Для обоснованного выбора методического инструментария оценки инновационных способностей систем управления металлургических предприятий необходимо провести систематическое сопоставление рассмотренных выше подходов по ряду критериев, отражающих их сущностные характеристики, сильные стороны и принципиальные ограничения. Такое сопоставление позволяет не только наглядно продемонстрировать различия в фокусе исследования, показателях и методологической логике каждого из подходов, но и выявить те комплементарные свойства, которые делают целесообразным их совместное использование в рамках интегративной модели оценки. Критериями сравнения выбраны объект оценки, определяющий, на какой именно аспект инновационной деятельности направлено исследовательское внимание; основные показатели, используемые в рамках каждого подхода для количественной или качественной характеристики инновационных способностей; а также ключевые преимущества и недостатки, обусловленные внутренней логикой и ограничениями соответствующей методологической парадигмы. Представленная в таблице 1 сравнительная характеристика позволяет структурировать накопленное знание о методических подходах и создает основу для последующего обоснования необходимости их интеграции в единую оценочную модель, учитывающую многообразие факторов, определяющих инновационную результативность управленческих систем.

Таблица 1

Критический анализ существующих методических подходов

Критерий сравнения	Ресурсно-ориентированный	Результативный	Процессно-динамический
Объект оценки	Элементы инфраструктуры	Конечные индикаторы	Организационные процедуры
Основные показатели	Наличие центров, патентов, фондов	Доля затрат, доля внедрений	Скорость прохождения проектов
Преимущества	Простота сравнения	Количественная измеримость	Учет динамики
Недостаток	Не гарантирует результат	Запаздывающий характер	Сложность формализации

Проведенное сопоставление методических подходов к оценке инновационных способностей систем управления позволяет сделать ряд обобщающих выводов, имеющих существенное значение для выработки методологической позиции в данной исследовательской области. Прежде всего, очевидно, что каждый из рассмотренных подходов концентрируется на принципиально различных объектах оценки: ресурсно-ориентированный подход в качестве такового рассматривает статичные структурные элементы инновационной инфраструктуры, результативный подход фокусируется на конечных, измеримых индикаторах инновационной деятельности, а процессно-динамический подход обращается к организационным процедурам и динамике прохождения инновационных проектов, что отражает различные теоретические представления о природе инновационных способностей и источниках их формирования.

Каждый из подходов обладает собственными, четко выраженными преимуществами, которые определяют сферы его наиболее эффективного применения: простота сравнения предприятий по формализованным критериям в рамках ресурсно-ориентированного подхода делает его незаменимым инструментом для первичного скрининга и рейтингования; количественная измеримость показателей результативного подхода обеспечивает его высокую убедительность и объективность при подведении итогов инновационной деятельности; а ориентация на учет динамики и процессных характеристик в рамках процессно-динамического подхода позволяет проникнуть вглубь организационной реальности и выявить те управленческие проблемы, которые остаются невидимыми при использовании двух других подходов.

Вместе с тем, каждый из подходов имеет и свои принципиальные ограничения, которые существенно сужают область его самостоятельного применения. Каждый из подходов в отдельности не может претендовать на роль универсального инструмента оценки инновационных способностей систем управления, поскольку его преимущества неизбежно сопряжены с ограничениями, обусловленными методологической оптикой, заложенной в его основу.

Из этого следует, что наиболее методически обоснованной и практически значимой стратегией оценки инновационных способностей систем управления является интеграция всех трех подходов в рамках единой комплексной модели, позволяющей использовать сильные стороны каждого из них и одновременно компенсировать их недостатки за счет взаимодополнения. В такой интегративной модели оценка инновационных способностей должна осуществляться на трех взаимосвязанных уровнях: структурном, где на основе ресурсно-ориентированной методологии фиксируется наличие и качество элементов инновационной инфраструктуры; процессном, где с использованием инструментария процессно-динамического подхода диагностируются организационные процедуры, скорость и качество прохождения инновационных проектов; и результативном, где на базе результативного подхода измеряется конечная экономическая отдача от инновационной деятельности. Только такая многомерная, уровненная оценка позволяет получить целостное представление об инновационных способностях системы управления, выявить как сильные стороны, так и точки торможения инновационных процессов, а также обосновать управленческие решения, направленные на повышение инновационной результативности предприятия.

Заключение

Проведенное в рамках настоящего исследования теоретико-методическое и эмпирическое изучение проблемы оценки инновационных способностей систем управления металлургических предприятий позволяет сформулировать ряд обобщающих выводов. Прежде всего, следует констатировать, что решение поставленной задачи не может ограничиваться простым учетом наличия формальных инновационных структур — научно-исследовательских подразделений, центров компетенций, патентных бюро или венчурных фондов, — поскольку подобный сугубо статистический подход не отражает глубинных процессов, определяющих подлинную инновационную динамику организации.

Многолетняя практика деятельности отечественных металлургических холдингов убедительно свидетельствует о том, что обладание развитой инновационной инфраструктурой само по себе не является гарантией устойчивого инновационного развития, и нередко предприятия с внушительными патентными портфелями и многочисленными научными подразделениями демонстрируют весьма скромные результаты по таким ключевым показателям, как доля инновационной продукции в общей выручке или рентабельность инвестиций в исследования и разработки.

Особую значимость в современных условиях приобретают механизмы интеграции технологических и управленческих инноваций, поскольку металлургическое производство, будучи высокотехнологичной и капиталоемкой отраслью, требует одновременного совершенствования как собственно производственных процессов — внедрения новых марок стали, энергоэффективных технологий, цифровых двойников и систем предиктивной аналитики, — так и управленческих подходов, обеспечивающих их эффективное освоение и эксплуатацию.

Определяя направления для дальнейших исследований в рассматриваемой предметной области, следует подчеркнуть, что развитие методического инструментария оценки инновационных способностей систем управления должно быть ориентировано на разработку отраслевых механизмов повышения инновационной результативности, которые позволили бы предприятиям осуществлять сопоставительный анализ своих достижений с достижениями лидеров отрасли, идентифицировать собственные конкурентные преимущества и слабые стороны, а также обоснованно корректировать инновационную стратегию.

Литература

1. Бердников В.В. Проблемы формирования и перспективы применения аналитической модели контроллинга бизнеса // Экономический анализ: теория и практика. – 2013, № 46 (349). - С. 27–42.
2. Юсупова Э.Р. Оценка эффективности стратегии инновационного развития предприятия //Креативная экономика. - 2015. - Т. 9, № 2. - С. 217-224.
3. Пакулов С.А. Методические подходы и процесс оценки инновационного потенциала металлургических компаний // Baikal Research Journal. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-i-protsess-otsenki-innovatsionnogo-potentsiala-metallurgicheskih-kompaniy (дата обращения: 01.07.2026).
4. Матюгина Э.Г. и др. К вопросу оценки инновационной активности персонала компании // ВЭПС. – 2020. – №2. – С. 24-28.
5. Леванова Н. Е. Разработка методики оценки инновационной активности персонала организации // Молодой ученый. – 2011. № 5 (28), Т. 1. – С. 203-206.
6. Омарова А. А. Оценка инновационной активности промышленных предприятий // Весенние дни науки : сб. докл. Междунар. конф., 21-23 апр. 2022 г. – Екатеринбург, 2022. – С. 400-406.

7. Воронина С. В. Экономическая добавленная стоимость как инструмент управления стоимостью компании // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. – 2012. – №22. – С. 6-10.

8. О.Р. Зубояров. Экономическая модель формирования и реализации инновационной стратегии развития предприятия металлургической отрасли//Вестник Казанского технологического университета. № 22. 2011. С. 306-308.

9. А.А. Коваленко, А.А. Юров. Приоритеты в управлении предприятием в металлургической отрасли и концепция инновационного развития//Экономика. Управление. Право. № 1. 2015. С. 38-41.

10. И.Л. Туккель, С.А. Голубев, А.В. Сурина, Н.А. Цветкова. Методы и инструменты управления инновационным развитием промышленных предприятий/Под ред. И.Л. Туккеля. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 208 с.

Methodological approaches to assessing the innovative capabilities of management systems of a metallurgical enterprise

Herts N.A.
State University of Management

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article systematizes methodological approaches to assessing the innovative capabilities of management systems in metallurgy. It considers resource-oriented, result-oriented, and process-dynamic approaches, and proposes their integration into a three-level assessment model. Based on empirical data from the largest Russian metallurgical companies, the article analyzes the relationship between management structure elements and innovative performance. A management paradox has been identified: the presence of formal innovation structures does not guarantee economic returns from innovation, which requires a revision of approaches to assessing management innovation capabilities.

Keywords: innovative capabilities, management system, metallurgical enterprise, maturity assessment, and management innovations.

References

1. Berdnikov V.V. Problems of Formation and Prospects of Application of an Analytical Model of Business Controlling / V.V. Berdnikov // Economic Analysis: Theory and Practice. - 2013. - No. 46 (349). - Pp. 27–42.
2. Yusupova E.R. Assessing the Effectiveness of an Enterprise's Innovative Development Strategy / E.R. Yusupova // Creative Economy. - 2015. - Vol. 9, No. 2. - Pp. 217–224.
3. Pakulov Sergey Aleksandrovich Methodological Approaches and the Process of Assessing the Innovative Potential of Metallurgical Companies // Baikal Research Journal. 2021. No. 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-i-protsess-otsenki-innovatsionnogo-potentsiala-metallurgicheskih-kompaniy (Accessed: 01.07.2026).
4. Matyugina E. G. On the issue of assessing the innovative activity of company personnel [Text] / E. G. Matyugina, N. V. Emelyanova, G. S. Vnukov // VEPS. - 2020. - No. 2. - Pp. 24-28.
5. Levanova N. E. Development of a methodology for assessing the innovative activity of an organization's personnel [Text] / N. E. Levanova // Young Scientist. - 2011. - No. 5 (28). - Vol. 1. - Pp. 203-206.
6. Omarova A. A. Assessment of innovative activity of industrial enterprises [Text] / A. A. Omarova, D. V. Lyamin, I. S. Pelymskaya // Spring Days of Science: Coll. reports. Int. Conf., April 21-23, 2022 - Ekaterinburg, 2022. - Pp. 400-406.
7. Voronina S. V. Economic Added Value as a Tool for Managing Company Value [Text] / S. V. Voronina // Bulletin of SUSU. Series: Economics and Management. - 2012. - No. 22. - Pp. 6-10.
8. O. R. Zuboyarov. Economic Model of Formation and Implementation of Innovative Development Strategy of an Enterprise in the Metallurgical Industry // Bulletin of Kazan Technological University. No. 22. 2011. Pp. 306-308.
9. A. A. Kovalenko, A. A. Yurov. Priorities in enterprise management in the metallurgical industry and the concept of innovative development//Economics. Management. Law. No. 1. 2015. Pp. 38-41.
10. I. L. Tukkel, S. A. Golubev, A. V. Surina, N. A. Tsvetkova. Methods and tools for managing innovative development of industrial enterprises/Ed. by I. L. Tukkel. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2013. – 208 p.

Архитектура эффективности процессных инноваций НМА

Дзигора Марина Юрьевна
ст. преподаватель, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, dzigora-myu@rudn.ru

Сегодня процессные инновации — это не просто тренд, а фундамент выживания бизнеса. Они превращают цифровую трансформацию из лозунга в реальный инструмент, который напрямую конвертируется в рост капитализации и неоспоримое рыночное превосходство. Нематериальные активы, такие как технологии, патенты, товарные знаки и IT-решения, обеспечивают долгосрочные экономические выгоды, что делает их ключевым фактором экономического роста и управления эффективностью. Настоящая статья посвящена исследованию процессных инноваций. В условиях современной экономики знаний именно инновации, базирующиеся на нематериальных активах (НМА) [1], становятся ключевым драйвером долгосрочного роста, зачастую превосходя по значимости традиционное обновление материально-технической базы. Раскрывается фундаментальная роль BPM[2], которая заключается в переходе от функционально-ориентированного управления к системному. Автор доказывает стратегический приоритет сквозных бизнес-процессов перед локальной оптимизацией подразделений, акцентируя внимание на их способности генерировать клиентскую ценность и устранять межфункциональные разрывы. Теоретические положения дополнены метафорической дескрипцией BPM, позволяющей наглядно интерпретировать суть процессуального подхода. Автор преодолевает концепцию "функциональных колодцев", обосновывая переход к бесшовному взаимодействию продаж, логистики и финансов. В данной парадигме структура выступает лишь статичным каркасом, в то время как процессы выполняют роль "кровеносной системы", обеспечивающей адаптивность и жизнеспособность бизнес-организма. В статье дана ретроспектива теории инноваций с опорой на фундаментальные труды. Таким образом, данное исследование подтверждает, что в условиях глобальной трансформации индустриальной модели в экономику знаний роль нематериальных активов претерпевает качественные изменения. НМА перестают рассматриваться как вспомогательный учетный элемент, становясь ключевым фактором экономического роста и стратегическим ресурсом развития современных социально-экономических систем.

Ключевые слова: архитектура эффективности, процессные инновации, не материальные активы (НМА), BPM ключевые драйверы роста экономики, сквозные бизнес-процессы.

Введение

Сегодня процессные инновации — это не просто тренд, а фундамент выживания бизнеса. Они превращают цифровую трансформацию из лозунга в реальный инструмент, который напрямую конвертируется в рост капитализации и неоспоримое рыночное превосходство. Нематериальные активы, такие как технологии, патенты, товарные знаки и IT-решения, обеспечивают долгосрочные экономические выгоды, что делает их ключевым фактором экономического роста и управления эффективностью. В современной экономике знаний процессные инновации, связанные с нематериальными активами (НМА) [1], часто играют более важную роль в долгосрочном росте, чем простое обновление оборудования. Фундаментальная роль BPM [2] заключается в переходе от функционально-ориентированного управления к системному. Вместо оптимизации работы отдельных подразделений фокус смещается на сквозные бизнес-процессы как основные механизмы создания клиентской ценности. Иными словами, процессный подход разрушает «стены» между отделами. Вместо того чтобы управлять, например, бухгалтерией, складом или продажами по отдельности, BPM объединяет их в единый поток создания ценности, где каждое действие работает на конечный результат для клиента. BPM разрушает «функциональные колодцы», объединяя продажи, логистику и финансы в бесшовный поток «Мы перестаем управлять отдельными кабинетами и начинаем управлять результатом». В этой системе структура задает форму, но именно процессы обеспечивают жизнедеятельность и маневренность бизнеса на рынке. Если представить компанию как организм, то структура (отделы) — это скелет, а процессы — это нервная система и кровообращение. Без их развития организм остается неповоротливым.

Что такое процессная инновация?

Процессная инновация НМА — это внедрение новых или значительно улучшенных методов производства, доставки товаров или оказания услуг, которые реализуются через создание, использование или модернизацию нематериальных активов (НМА). В широком смысле это ситуация, когда компания не просто покупает новое дорогостоящее производственное оборудование как материальный актив, а внедряет новую технологию, программное обеспечение или алгоритм, которые меняют бизнес-процессы.

Цель проектирования процессных инноваций: оптимизация внутренней деятельности компании или способов взаимодействия с клиентами.

Историография развития теории инноваций:

Йозеф Шумпетер [3] считается основоположником теории инноваций (впервые в 1911 г. в работе «Теория экономического развития»), также им было введено понятие инноваций в научный оборот, включая их процессный характер. Экономист Й. Шумпетер выделил внедрение новых методов производства (процессов), как способ повышения эффективности, определив их как «новые комбинации» факторов производства, включая новые производственные процессы. Другие исследователи, развивавшие методы управления процессами: Эдвардс Деминг [4] (W. Edwards Deming) труд по управлению качеством и процессными улучшениями (цикл PDCA). Джеймс Вумек[5] (James Womack) и Дэниел Джонс (Daniel Jones) авторы концепции бережливого производства (Lean Production), внедрение которой является процессной инновацией. Майкл Хаммер (Michael Hammer) и Джеймс Чампи (James Champy) [6] — авторы концепции реинжиниринга бизнес-процессов (BPR), направленной на радикальное улучшение процессов.

Ключевым российским ученым, заложившим фундаментальные основы теории инноваций, является экономист Николай Дмитриевич Кондратьев[8]. В 1920-х годах он обосновал связь между техническими нововведениями и большими циклами конъюнктуры (циклы Кондратьева), что стало основой современной эволюционной экономической теории (1925г.). Он обосновал, что смена технологических укладов (инновации) является драйвером экономических циклов, определяя долгосрочные периоды подъема и спада.

Значимый труд для науки Н. Л. Маренкова [7] «Инноватика» _ (2009-2011гг). Это учебное пособие, посвященное основам создания, оценки и внедрения инноваций. Систематический метод создания инноваций, основанный на решении технических противоречий - ТРИЗ («Теория изобретательских задач»): Разработана советским инженером Генрихом Альтшуллером8 в 1940-х годах.

Бенгт-Оке Лундвалл (Bengt-Åke Lundvall) — ключевой разработчик концепции национальных инновационных систем (НИС) в 1980-х годах. По Лундваллу, инновации — это интерактивный процесс, зависящий от взаимодействия между фирмами, наукой и государством.

С. Меткалф один из видных ученых в области инноватики. Определение Дж. С. Меткалфа [10] (J.S. Metcalfe) рассматривает национальную инновационную систему как совокупность институтов, которые совместно и индивидуально способствуют разработке, распространению новых технологий и формируют основу для государственной политики. Это определение подчеркивает, что инновации — результат взаимодействия разнообразных структур, а не одиночных усилий.

В эпоху цифровизации «автоматизация хаоса приводит к автоматизированному хаосу» [11]. В книге «Бизнес со скоростью мысли» БГ сформулировал два правила для любой технологии, используемой в бизнесе: Первое правило: Автоматизация эффективной операции увеличивает её эффективность.

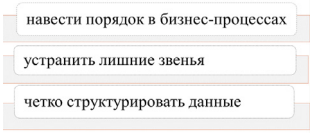


Рис.1 Условия внутри системы для внедрения новой технологии

Второе правило: Автоматизация неэффективной операции (хаоса) лишь увеличит её неэффективность.

Это напоминание о том, что прежде чем внедрять сложные IT-системы, нейросети или алгоритмы, необходимо сначала систематизировать процессы внутри системы по следующим принципам (См.рис.1)

В современной России понятие инновации развивали исследователи такие как С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич [11], рассматривающие инновации как результат и процесс в статье «Инновации как инструмент современной трансформации экономики». Заслуживает внимания исследование Т. Г. Касьяненко – «Цифровизация как процессная инновация»: рассматривают внедрение ERP-систем (Enterprise Resource Planning— ПО для управления всеми основными процессами компании в одной системе) и ИИ не просто как покупку софта (НМА), а как радикальное изменение бизнес-процессов.

Барух Лев (Baruch Lev), профессор Нью-Йоркского университета и автор книги «Нематериальные активы: управление, измерение, отчетность». Его часто называют «патриархом» темы НМА. Он еще в начале 2000-х начал доказывать, что традиционная бухгалтерия безнадежно устарела, так как не учитывает «топливо», которое реально создает стоимость компании — интеллектуальную собственность.

В контексте моделирования проекта процессная инновация — это внедрение новых или значительно улучшенных методов реализации проектной деятельности. В отличие от продуктовой инновации, которая меняет сам результат (товар/услугу), процессная инновация фокусируется на том, как этот результат достигается. Она меняет способы работы, повышая эффективность без изменения самого продукта. Процессная инновация — это «тихая революция» внутри компании. Например, если продуктовая инновация — это новый iPhone, то процессная — это внедрение роботизированной линии сборки, которая делает этот iPhone дешевле и качественнее. Процессная инновация в контексте нематериальных активов (НМА) — это существенное изменение методов управления, учета и коммерциализации интеллектуальных ресурсов для повышения эффективности бизнеса

На этапе моделирования НМА процессные инновации — это не просто «косметические улучшения», а архитектурный фундамент, который превращает абстрактную научную идею в структурированный бизнес-кейс. Без четких процессов инновационный проект рискует застрять на стадии «R&D ради R&D» (Research and Development — «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы» НИОКР) т. е. процесс ради процесса, где теряется коммерческая актуальность и ресурсы. Ловушка, в которую попадают инновационные команды (особенно наукоемкие или высокотехнологичные стартапы), когда фокус смещается с решения проблемы клиента на совершенствование технологи. Правильно выстроенные процессные инновации создают бесшовный контур эффективности работы НМА

Сегодня основной тренд в управлении инновационными проектами - переход на Agile [12] и гибридным моделям. В современной экономике инновации характеризуются высокой степенью неопределенности, что делает классический Waterfall1[12] (каскад) малоэффективным. Применение различных методологий управления проектами (Agile, Waterfall или гибрид) — это не просто возможность, а стратегическая необходимость.

Выбор метода зависит от того, насколько четко определен конечный результат и какова цена ошибки.

При внедрении процессных инноваций выбор методологии определяется характером целевого процесса. В случаях, когда приоритетом является автоматизация стабильных, четко регламентированных операций, обосновано применение каскадной модели (Waterfall)[13]. Однако данный подход характеризуется низкой адаптивностью: жесткая фиксация требований на начальном этапе создает риск обнаружения критических несоответствий лишь на стадии приемо-сдаточных испытаний. В контексте инновационной деятельности это сопряжено с высокими финансовыми рисками и вероятностью нецелевого расходования инвестиций из-за высокой стоимости внесения изменений на поздних этапах жизненного цикла проекта

Внедрение Agile[14]-подхода выступает катализатором глубоких организационных изменений, позволяя эффективно апробировать инновационные методы работы в условиях непредсказуемого результата. Ключевым преимуществом данной парадигмы является «прощупывание почвы» через малые итерации, что дает возможность проводить мониторинг промежуточных результатов в реальном времени. Высокая вовлеченность заказчика и адаптивность процессов позволяют организации оперативно изменять вектор развития, если первоначальные гипотезы не подтверждаются

При реализации масштабных проектов, сопряженных с модернизацией ИТ-инфраструктуры, наиболее эффективным представляется использование гибридных методологий управления (Hybrid[15] Project Management).

Данный подход является доминирующим в практике крупных корпораций при внедрении комплексных инноваций. Он предполагает интеграцию предиктивного (Waterfall) и адаптивного (Agile) подходов:

Предиктивная модель применяется на стратегическом уровне для долгосрочного планирования, бюджетирования и контроля критических сроков (milestones).

Адаптивная модель (Agile) внедряется на уровне исполнительских команд для итеративной разработки программного обеспечения, промышленного дизайна и проведения НИОКР».

Ниже в таблице указаны основные параметры при работе методик Agile, Waterfall, гибрид (См. рис.2)

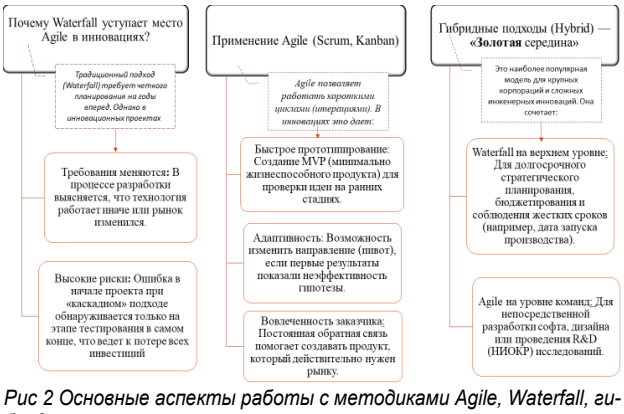


Рис 2 Основные аспекты работы с методиками Agile, Waterfall, гибрид

Так же при исследовании темы инновационных проектов НМА необходимо учитывать, что цифровая трансформация инструментов ,например, внедрение BIM (Building Information Modeling / Modeling) — процесс создания, управления и использования цифровой информационной модели объекта, объединяющий 3D-визуализацию с техническими и экономическими данными), или ПО для проектирования автоматизирует расчеты и снижает риск ошибок.

В контексте процессных инноваций, отличие от организационной трансформации заключается в том, что цифровая меняет способ работы с данными (автоматизация), тогда как организационная меняет структуру управления и взаимодействия сотрудников (См. Рис. 3).

Основная задача BPM — трансформировать модель управления компанией от фрагментарного контроля задач внутри отделов (продажи, склад, финансы) к системному управлению сквозными процессами, создающими ценность для клиента. Т. е. прежде чем внедрять, например, технологии CRM (Customer Relationship Management - программные инструменты и стратегии для автоматизации взаимодействия с клиентами), ERP (Enterprise Resource Planning- комплексная система планирования ресурсов, объединяющая все бизнес-процессы в единую цифровую среду)или ИИ, компания должна пройти этап процессного развития,

чтобы оцифровывать уже эффективные и логичные алгоритмы. Процессное развитие — это не разовая акция по рисованию схем в Visio. Это изменение культуры, где каждый сотрудник понимает свою роль в общей цепочке создания ценности

Параметры	фокус	суть	результат
Цифровая трансформация инструментов (BIM, CAD/PLM):	Технологии и данные.	Внедрение софта, который создает цифровые модели, автоматизирует рутинные расчеты и снижает риск ошибок	Повышение точности планирования, сокращение сроков и оптимизация жизненного цикла проектов.
Организационная трансформация:	Люди, структура и процессы.	Изменение организационной структуры, корпоративной культуры, распределения ролей и бизнес-процессов.	Более гибкое управление, новые способы взаимодействия команд (например, переход к проектному офису).

Рис. 3 Отличие цифровой трансформации от организационной

Примеры процессных инноваций на базе НМА:

Программное обеспечение: разработка и внедрение внутренней ERP-системы или ИИ-алгоритмов для автоматизации документооборота.

Федеральная служба государственной статистики

Примером процессной инновации в области управления является внедрение методологии Agile (гибкое управление проектами) взамен традиционной каскадной (Waterfall) модели, либо гибридной. Он предполагает интеграцию предиктивного (Waterfall) и адаптивного (Agile) подходов.

Вывод

Согласно фундаментальным знаниям по теории инноваций, инновационная деятельность представляет собой не только современный феномен, но и закономерный этап эволюции методов совершенствования производственных отношений. В условиях глобальной трансформации индустриальной модели в экономику знаний происходит качественное изменение роли нематериальных активов (НМА). Из вспомогательного учетного элемента НМА превращаются в ключевой фактор экономического роста и стратегический ресурс развития социально-экономических систем.

Знания не изнашиваются, как металл. Напротив, они наслаиваются друг на друга, создавая экспоненциальный рост. Внедрение процессных инноваций в структуре нематериальных активов (НМА) запускает механизм оптимизации операционной деятельности (также проектной), что ведет к системному снижению трансакционных и производственных издержек, трансформируясь в устойчивое конкурентное преимущество (См. Рис.4) . Результирующее снижение себестоимости выступает ключевым фактором повышения ценовой конкурентоспособности организации».

Рис. 4 Механизм внедрения процессных инноваций НМА

Развитие инноваций НМА важно для бизнеса. В России развитие инновационных НМА стимулируется налоговыми преференциями и грантами, направленными на поддержку научных разработок. НМА выступают «катализаторами» инноваций: они не имеют физической формы, но создают долгосрочное конкурентное преимущество и позволяют генерировать новую стоимость.

Вывод по процессным инновациям в контексте нематериальных активов (НМА) заключается в том, что они перестали быть просто «способом сэкономить». Сегодня это главный рычаг капитализации компании и создания устойчивого конкурентного преимущества, которое невозможно скопировать. Если продуктовые инновации (что мы продаем) видны всем, то процессные инновации (как мы работаем) скрыты внутри компании, что делает их самым защищенным типом НМА.

Литература

1.Жан-Батист Сэй впервые ввел понятие, близкое к нематериальным активам (НМА), в труде «Трактат по политической экономии» (Traité d'économie politique, 1803). В современном понимании НМА (нематериальные активы) развивались в рамках теории интеллектуальной собственности и управления знаниями

2. BPM как понятие (Business Process Management) —.. Автор: ABPMP International (Association of Business Process Management Professionals) - коллективный труд, созданный экспертами - В России (перевод):

3. Йозеф Шумпетер. Из-во «Прогресс»(2007):перевод В.С.Автономова «Теория экономического развития»

4. Эдвардс Деминг (W. Edwards Deming) Книга «Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution»-(1993).

5.Джеймс Вумек (James Womack) и Дэниел Джонс (Daniel Jones) . Книга «Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании» (1996).

6 Майкл Хаммер (Michael Hammer) и Джеймс Чампи (James Champy) Книга «Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution» (1993)

7.Н. Л. Маренков «Инноватика» издательство URSS или ЛИБРОКОМ. Основные издания выходили в 2008–2009 годах, наиболее распространенное — 2-е издание 2009 года (304 страницы, URSS.ru, OZON Армения,

8.Н.Д. Кондратьев «Большие циклы конъюнктуры» в составе сборника «Большие циклы конъюнктуры теория предвидения» переиздавалась (М.: Экономика, 2002)

9. В России по схожей тематике наиболее близким по значимости изданием является книга Олега Голиченко «Национальная инновационная система России: состояние и пути развития» (издательство «Наука», 2006 г.), которая базируется в том числе на методологии Лундвалла 10. С. Меткалфа9 (J.S. Metcalfe Основная деятельность Меткалфа в России отражена в статьях журналов «Вопросы экономики» и специализированных учебниках по экономике инноваций. МГУ имени М.В. Ломоносова

11. Билл Гейтс книга «Бизнес со скоростью мысли» Business @ the Speed of Thought) - 1999 год.

12.https://adpass.ru/gibridnoe-upravlenie-proektami-most-mezhdu-agile-i-waterfall/

13.Уинстон Ройс (Winston W. Royce): Автор статьи «Managing the Development of Large Software Systems» (1970, 2002 г), Барри Боэм (Barry Boehm)- книга «Software Engineering Economics» — классика управления проектами. 1981, изд-во: Prentice-Hal

14.Кент Бек (Kent Beck): Создатель Extreme Programming (XP) – изд-во Addison-Wesley в 2004-2005 годах.на русском издательством «Питер» (2002 год).,

15.Роберт Купер (Robert G. Cooper): Создатель системы Stage-Gate«Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch» (1986), изд- во: Addison-Wesley, Нилс Пфеффинг (Niels Pflaeging)-втор концепций по управлению в сложных, - 2009. /2011, изд-во: Белый город.

16. Пола Ромера «Эндогенный технологический сдвиг» (Endogenous Technological Change) опубликована на русском языке в 2023 году. Издательство: «Издательский дом Высшей школы экономики» (ИД ВШЭ

17 Баруха Лев - «Нематериальные активы: управление, измерение, отчетность» (оригинальное название: Intangibles: Management, Measurement, and Reporting) переиздана 2010 года (издательство «Квинто-Консалтинг»).

18. М.: РАГС,. 2002. – С. 108. 4 Туган-Барановский М.И. «Периодические промышленные кризисы. Периодические промышленные кризисы / М.: Директмедиа Паблишенг, 2008

19. Нововведения и мы С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич 1990, Современные авторы, Т. Г. Касьяненко, 2021)

20. Уинстон Ройс (Winston W. Royce): Автор статьи «Managing the Development of Large Software Systems» (1970, 2002 г),

21. Барри Боэм (Barry Boehm)- книга «Software Engineering Economics» — классика управления проектами. 1981, изд-во: Prentice-Hal

22. Кент Бек (Kent Beck): Создатель Extreme Programming (XP) – изд-во Addison-Wesley в 2004-2005 годах.на русском издательством «Питер» (2002 год).,

23.Роберт Купер (Robert G. Cooper): Создатель системы Stage-Gate«Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch» (1986), изд- во: 24. Addison-Wesley, Нилс Пфеффинг (Niels

Pflaeging)-автор концепций по управлению - 2009. /2011, изд-во: Белый город.

25. Баруха Лев - «Нематериальные активы: управление, измерение, отчетность» (оригинальное название: Intangibles: Management, Measurement, and Reporting) переиздана 2010 года (издательство «Квинто-Консалтинг»).

26.Бенгт-Оке Лундвалл (Bengt-Åke Lundvall)9 — ключевой разработчик концепции национальных инновационных систем (НИС) в 1980-х годах В России по схожей тематике наиболее близким по значимости изданием является книга Олега Голиченко «Национальная инновационная система России: состояние и пути развития» (издательство «Наука», 2006 г.), которая базируется в том числе на методологии Лундвалла

27. С. Меткалф (J.S. Metcalfe) -Автор: ВВ Вольчик (Издательство Южного федерального университета 2011— на основе теории Дж. Меткалфа, Дж. Ходжсона и др.

28. Н. Л. Маренков «Инноватика» издательство URSS или ЛИБРОКОМ. Основные издания выходили в 2008–2009 годах, наиболее распространенное — 2-е издание 2009 года (304 страницы, URSS.ru, OZON Армения, opac.ntbminprom.ru)

Публикации в следующих журналах:

29. «Инновации» (ведущий научно-практический журнал) – 2024 г..

30. «Вопросы экономики» (теоретические аспекты НМА). - 24

31. «Форсайт» (НИУ ВШЭ) — здесь публикуются исследования о долгосрочных трендах в технология 20244 г.

32. https://adpass.ru/gibridnoe-upravlenie-proektami-most-mezhdu-agile-i-waterfall

Architecture of the efficiency of process innovations of intangible assets

Dzigora M.Y.
Peoples' Friendship University of Russia. Patrice Lumumba

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

Today, process innovation is not just a trend, but the foundation of business survival. They transform digital transformation from a slogan into a real tool that directly translates into capitalization growth and undeniable market superiority. Intangible assets such as technologies, patents, trademarks, and IT solutions provide long-term economic benefits, making them a key driver of economic growth and performance management. This article is devoted to the study of process innovations. In the modern knowledge economy, it is innovations based on intangible assets (IA)1 that become a key driver of long-term growth, often surpassing the traditional renovation of the material and technical base. The fundamental role of BPM is revealed, which consists in the transition from function-oriented management to system-based management. The author proves the strategic priority of end-to-end business processes over local optimization of departments, focusing on their ability to generate customer value and eliminate cross-functional gaps. The theoretical provisions are complemented by a metaphorical description of BPM, which makes it possible to visually interpret the essence of the procedural approach. The author overcomes the concept of "functional wells", justifying the transition to a seamless interaction of sales, logistics and finance. In this paradigm, the structure acts only as a static framework, while the processes act as a "circulatory system" that ensures the adaptability and viability of the business organism. The article provides a retrospective of the theory of innovation based on fundamental works. Thus, this study confirms that in the context of the global transformation of the industrial model into the knowledge economy, the role of intangible assets is undergoing qualitative changes. IA is no longer considered as an auxiliary accounting element, becoming a key factor in economic growth and a strategic resource for the development of modern socio-economic systems.

Keywords: efficiency architecture, process innovations, non-tangible assets (IA), BPM key drivers of economic growth, end-to-end business processes.

References

1. Jean-Baptiste Say first introduced a concept similar to intangible assets (IA) in his "Treatise on Political Economy" (Traité d'économie politique, 1803). In the modern sense, IA (intangible assets) developed within the framework of intellectual property theory and knowledge management.
2. BPM as a concept (Business Process Management) - Author: ABPMP International (Association of Business Process Management Professionals) - a collective work created by experts - In Russia (translation):
3. Joseph Schumpeter. Progress Publishing House (2007): translation by V.S. Avtonomov "The Theory of Economic Development"
4. W. Edwards Deming. Book "Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution" - (1993). 5. James Womack and Daniel Jones, "Lean Manufacturing: How to Eliminate Waste and Make Your Company Prosper" (1996).
6. Michael Hammer and James Champy, "Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution" (1993).
7. N. L. Marenkov, "Innovatika," URSS or LIBROCOM Publishing House. The main publications were published in 2008–2009, the most widely published being the 2nd edition of 2009 (304 pages, URSS.ru, OZON Armenia,
8. N.D. Kondratyev's "Large Cycles of the Economy" was reprinted as part of the collection "Large Cycles of the Economy: Theory of Foresight" (Moscow: Economica, 2002).
9. In Russia, the most significant publication on similar topics is Oleg Golichenko's "The National Innovation System of Russia: Status and Paths of Development" (Nauka Publishing House, 2006), which is based, among other things, on Lundvall's methodology. 10. J.S. Metcalfe's main work in Russia is reflected in articles in the journal "Problems of Economics" and specialized textbooks on the economics of innovation. Lomonosov Moscow State University.
11. Bill Gates' book "Business @ the Speed of Thought" - 1999.
12. https://adpass.ru/gibridnoe-upravlenie-proektami-most-mezhdu-agile-i-waterfall/
13. Winston W. Royce: Author of the article "Managing the Development of Large Software Systems" (1970, 2002); Barry Boehm - book "Software Engineering Economics" - a project management classic. 1981, published by Prentice-Hal
14. Kent Beck: Creator of Extreme Programming (XP) - published by Addison-Wesley in 2004-2005. In Russian by Piter Publishing House (2002).
15. Robert G. Cooper: Creator of the system Stage-Gate "Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch" (1986), Addison-Wesley, Niels Pflaeging - second edition of concepts on managing in complex industries, - 2009. /2011, Bely Gorod.
16. Paul Romer's "Endogenous Technological Change" was published in Russian in 2023. Publisher: Publishing House of the Higher School of Economics (HSE ID).
17. Lev Barukh - "Intangibles: Management, Measurement, and Reporting" (original title: Intangibles: Management, Measurement, and Reporting) was reissued in 2010 (Kvinto-Consulting Publishing House).
18. Moscow: RAGS, 2002. - P. 108. 4 Tugan-Baranovsky, M.I. "Periodic Industrial Crises. Periodic Industrial Crises / Moscow: Directmedia Publishing, 2008
19. Innovations and Us (S.D. Beshelev, F.G. Gurvich, 1990, Modern Authors, T.G. Kasyanenko, 2021)
20. Winston W. Royce: Author of the article "Managing the Development of Large Software Systems" (1970, 2002),
21. Barry Boehm - "Software Engineering Economics" - a classic of project management. 1981, published by Prentice-Hal
22. Kent Beck: Creator of Extreme Programming (XP) - published by Addison-Wesley in 2004-2005. In Russian by Piter Publishing House (2002).
23. Robert G. Cooper: Creator of the Stage-Gate system "Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch" (1986), published by: 24. Addison-Wesley, Niels Pflaeging - author of management concepts - 2009. /2011, published by: Bely Gorod.
25. Barukh Lev - "Intangibles: Management, Measurement, and Reporting" (original title: Intangibles: Management, Measurement, and Reporting) reissued in 2010 (published by "Kvinto-Consulting").
26. Bengt-Åke Lundvall9 — a key developer of the concept of national innovation systems (NIS) in the 1980s. In Russia, the most significant publication on a similar topic is Oleg Golichenko's book "The National Innovation System of Russia: Status and Development Paths" (Nauka Publishing House, 2006), which is based, among other things, on Lundvall's methodology.
27. J.S. Metcalfe - Author: V.V. Volchik (Southern Federal University Publishing House, 2011) — based on the theory of J. Metcalfe, J. Hodgson, and others.
28. N.L. Marenkov "Innovatika" Publishing House URSS or LIBROKOM. The main editions were published in 2008–2009, the most widely distributed being the 2nd edition of 2009 (304 (pages, URSS.ru, OZON Armenia, opac.ntbminprom.ru)

Publications in the following journals:

29. "Innovations" (leading scientific and practical journal) – 2024
30. "Problems of Economics" (theoretical aspects of intangible assets) – 24
31. "Foresight" (HSE University) – publishes research on long-term trends in technology to 2024
32. https://adpass.ru/gibridnoe-upravlenie-proektami-most-mezhdu-agile-i-waterfall

Подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг

Захарян Андрей Андреевич
Независимый исследователь, andrey.zakharyan@gmail.com

В рамках настоящего исследования обобщены подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу, выделены близкие к ним решения в российской научной литературе, рассмотрены технологические и экономические факторы развития, предложено структурное представление инновационной модели и определены критерии её оценки. Результаты: а) определено значение технологических и экономических факторов развития инновационных моделей онлайн-обучения; б) выделены следующие подходы к их развитию: технологический, продуктовый, ценностно-ориентированный, сервисный, маркетинговый (аналитический), финансово-инвестиционный и организационно-масштабируемый; в) предложена авторская структура инновационной модели онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг; г) разработаны критерии оценки инновационных моделей онлайн-обучения; д) раскрыт деловой вклад автора в развитие рынка цифровых образовательных услуг сквозь призму согласования интересов клиента и онлайн-эксперта.

Ключевые слова: онлайн-обучение клиентов маркетингу, инновационная модель, цифровые образовательные услуги, онлайн-эксперт, образовательный продукт, рынок образовательных услуг.

Введение

В менеджменте онлайн-обучение клиентов маркетингу рассматривается как управляемая цифровая образовательная услуга, связанная с применением экспертного знания в коммерческих задачах. Онлайн-эксперт определяет содержание программы, формат взаимодействия, сопровождение и критерии результата для клиента. Материалы, задания, платежи, обратная связь и аналитика участия размещаются в цифровой среде, что придаёт обучению организационную завершённость и измеримый управленческий результат [1]. Спрос на онлайн-обучение маркетингу связан с потребностью предпринимателей и специалистов в знаниях о продвижении, аналитике, упаковке предложения, работе с аудиторией и цифровых каналах продаж. Клиенты обращаются к онлайн-эксперту ради решений, соотносимых с продажами, рекламными расходами, качеством коммуникации с покупателем и деловым результатом [2]. В данной управленческой ситуации образовательная услуга развивается как процесс практического освоения маркетинговых инструментов, ориентированный на понятную пользу для клиента. Отраслевое значение темы определяется влиянием качества онлайн-обучения на доверие к цифровым образовательным продуктам, готовность клиентов к оплате и повторное обращение к экспертным услугам [3]. Онлайн-эксперт согласует содержание, формат сопровождения, канал коммуникации и оценку результата, задавая условия роста ценности образовательного продукта и экономической отдачи. В рамках настоящего исследования управление развитием онлайн-обучения клиентов маркетингу рассматривается как задача менеджмента рынка цифровых образовательных услуг. В связи с этим целесообразно обобщить подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг. Научная значимость обобщения определяется ростом роли цифровых платформ, персонализации заданий, автоматизации коммуникации и аналитики поведения клиента в коммерческом обучении. Онлайн-эксперт согласует маркетинговое содержание, формат сопровождения, цену и оценку результата с деловой задачей клиента, что повышает практическую ценность образовательного продукта и экономическую отдачу экспертной услуги. Развитие инновационных моделей онлайн-обучения целесообразно рассматривать в менеджменте как вопрос согласования технологических решений, содержания образования и результата коммерческой деятельности. Актуальность исследования обусловлена ростом потребности клиентов в современных маркетинговых знаниях, применимых для продвижения, аналитики, упаковки предложения и управления цифровыми продажами. Предприниматели, специалисты и самозанятые профессионалы ориентируются на обучение, в котором маркетинговые инструменты соотносятся с реальными коммерческими задачами и измеримым экономическим результатом [2]. В этих условиях инновационные модели онлайн-обучения клиентов маркетингу имеют значение управленческого средства развития цифровых образовательных услуг.

Материалы и методы исследования

Исследование выполнено на основе структурной интерпретации научных публикаций по цифровым образовательным услугам, онлайн-обучению маркетингу, цифровым платформам, маркетинговым технологиям, образовательному продукту и экономике экспертного знания. В качестве информационной базы использованы работы, раскрывающие развитие рынка образовательных услуг, управление онлайн-обучением, продвижение образовательных продуктов, сервисное сопровождение, цифровые каналы продаж и оценку результата обучения.

Результаты и обсуждение

Теоретические основания исследования связаны с рассмотрением инновационной модели онлайн-обучения как формы организации цифровой образовательной услуги. В рамках менеджмента онлайн-эксперт определяет содержание образовательного продукта, цифровой формат, сопровождение клиента и способы оценки результата обучения. Технологические решения образовательной платформы позволяют согласовать материалы, задания, коммуникацию, платежи и аналитику участия клиента в единой системе обучения [1]. С этих позиций инновационный формат обучения оценивается как способ организации работы онлайн-эксперта с задачей клиента, содержанием программы и цифровой средой. Проблема развития инновационных моделей онлайн-обучения кли-

ентов маркетингу состоит в фрагментарном описании цифровых форматов, персонализации, автоматизации и применения искусственного интеллекта в коммерческом обучении. На практике онлайн-эксперт часто развивает отдельные элементы программы – контент, платформу, рекламу, сопровождение или аналитику, что сохраняет слабую связь между форматом обучения и финансовой отдачей). Инновационные маркетинговые технологии значимы при условии их включения в образовательный продукт, ориентированный на пользу для клиента и деловой результат [4]. С учётом обозначенной проблемы границы анализа ограничиваются коммерческим онлайн-обучением, ролью онлайн-эксперта и оценкой результата для клиента. Границы исследования определяются теоретическим характером статьи и ориентацией на коммерческое онлайн-обучение клиентов маркетингу. В анализ включаются онлайн-эксперт, цифровая платформа, образовательный продукт, результат для клиента и инвестиционная привлекательность образовательной услуги. Экономическая значимость данных элементов проявляется в способности онлайн-обучения поддерживать спрос, усиливать доверие к экспертным продуктам и повышать результативность цифрового образовательного рынка [5]. В связи с этим целесообразно обобщить подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг (табл. 1).

Таблица 1

Основные подходы к развитию инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу

Подход	Суть подхода	Значение для менеджмента
Технологический	Платформа, личный кабинет, задания, платежи, аналитика участия	Организация цифровой среды обучения
Продуктовый	Содержание программы, форматы занятий, практические задания, учебные разборы	Развитие образовательного продукта
Ценностно-ориентированный	Польза для клиента, применимость знаний, деловая задача, понятный результат	Рост доверия и готовности к оплате
Сервисный	Обратная связь, консультации, напоминания, поддержка прохождения	Повышение вовлечённости и завершения программы
Маркетинговый (аналитический)	Каналы привлечения, заявки, конверсия, поведение аудитории	Оценка спроса и эффективности продвижения
Финансово-инвестиционный	Цена, средний чек, повторные оплаты, окупаемость продвижения	Экономическая отдача услуги
Организационно-масштабируемый	Единые материалы, стандарты сопровождения, обновление программы	Рост числа клиентов при сохранении качества обучения

Источник: авторская разработка на основе [6-20]

Данные подходы различаются основанием управленческого решения – технологией обучения, содержанием продукта, пользой для клиента, коммуникацией, аналитикой, финансовой отдачей и масштабом применения. Их сопоставление помогает рассматривать инновационную модель онлайн-обучения как целостный предмет менеджмента.

В рамках *технологического подхода* раскрывается значение цифровой платформы, личного кабинета, платежных решений, аналитики участия и инструментов искусственного интеллекта. Его роль состоит в формировании цифровой среды, в которой обучение является доступным, измеримым и применимым для развития образовательных продуктов.

В *продуктовой* интерпретации развития инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу основой развития являются содержание программы, практические задания, учебные разборы и формат освоения материала. Значение данного подхода для рынка связано с повышением качества образовательных продуктов, ориентированных на реальные маркетинговые задачи предпринимателей и специалистов.

Ценностно-ориентированный подход связан с пользой обучения для клиента. Ключевым здесь является применимость маркетинговых знаний в продвижении, продажах, аналитике и работе с аудиторией. Значение данного подхода проявляется в росте доверия к онлайн-эксперту и готовности клиента оплачивать понятный результат.

Сервисный подход связан с организацией сопровождения клиента на всём пути обучения, или т. н. «пути клиента». Использование AI также связывается с необходимостью учитывать эмоциональный опыт клиента, персонализировать взаимодействие и поддерживать качество клиентского сервиса [21]. Так, обратная связь, консультации, проверка заданий и поддержка прохождения помогают удерживать интерес к программе, снижать риск незавершения курса и повышать качество итогового маркетингового решения. Значение сервисного подхода для рынка цифровых образовательных услуг огромно – оно состоит в укреплении доверия к экспертному продукту и росте повторных обращений.

Маркетинговый, или аналитический, подход ориентирован на изучение спроса, каналов привлечения, заявок, конверсии и поведения аудитории. Его значение состоит в том, что онлайн-эксперт оценивает как содержание обучения, так и путь клиента от первого интереса к программе до повторного обращения.

Финансово-инвестиционное измерение развития инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу связано с ценами на программы обучения, средним чеком, повторными оплатами, окупаемостью продвижения и доходностью образовательного продукта. Данный подход важен для оценки экономической состоятельности онлайн-обучения как такового и его привлекательности для дальнейших инвестиций.

Наконец, в рамках *организационно-масштабируемого подхода* инновационные модели онлайн-обучения клиентов маркетингу рассматриваются с позиции роста числа клиентов, единых стандартов сопровождения и обновления содержания. Значение организационно-масштабируемого подхода для рынка состоит в возможности расширения онлайн-обучения маркетингу при сохранении качества программы, понятности сервиса и результата для клиента.

Безусловно, данные подходы не следует считать взаимоисключающими.

В российской научной литературе выделяются различные инновационные модели онлайн-обучения клиентов (табл. 2).

Таблица 2

Обзор литературы: инновационные модели и близкие к ним решения в онлайн-обучении и продвижении образовательных услуг

№	Модель	Сфера применения
[1]	Цифровая платформа управления образовательным процессом	Онлайн-обучение, сопровождение, взаимодействие с партнёрами
[3]	Комбинированная система оценки рекламной эффективности	Продвижение образовательных услуг, конверсия, путь клиента
[5]	Модель управления ростом доходов образовательной организации	Доходность, цена, диверсификация образовательных продуктов
[6]	Методика проектирования цифровых сервисов	Платформа онлайн-обучения, адаптивные программы, индивидуальная траектория
[7]	Маркетинговый фреймворк «Город–Кампус–Конверсия»	Контент-маркетинг, сторителлинг, доверие, конверсия
[8]	Аппарат оценки ёмкости рынка образовательных услуг	Спрос, рынок образовательных услуг, стратегия университета
[13]	Модель комплексного сервиса образовательной организации	Цифровой сервис, сопровождение обучающихся, бизнес-процессы
[15]	Алгоритм онлайн-продвижения образовательных услуг	Каналы продвижения, веб-аналитика, цифровой маркетинг
[16]	Методология цифровой маркетинговой стратегии онлайн-платформ	Дополнительное профессиональное образование, онлайн-платформы
[17]	Модель маркетингового контроля образовательных продуктов	Цифровое продвижение, аналитика, персонализация, контроль результата
[20]	Концепция маркетинговой информационной кампании	Международное продвижение образовательных услуг, цифровые каналы

Источник: авторская разработка на основе представленных источников

Обобщая представленные модели, следует отметить, что рассмотренные разработки образуют научное поле близких управленческих решений, в котором цифровой сервис, продвижение, оценка спроса, маркетинговая коммуникация, контроль результата и доходность образовательного продукта раскрывают разные стороны развития цифровых образовательных услуг. В рамках настоящего исследования важна их общая направленность на практическую пользу обучения, доверие аудитории, качество сопровождения и экономический смысл образовательного продукта. В связи с этим инновационная модель онлайн-обучения клиентов маркетингу может рассматриваться в качестве обобщающего решения, объединяющего технологические возможности цифрового общества, маркетинг, сервис работы с клиентом и финансовую оценку развития образовательных продуктов.

Далее с учётом того, что в рамках рассмотренных подходов обозначены основные основания управленческого выбора (технологические решения, образовательный продукт, ценность для клиента, сервис, аналитика, финансовая отдача и масштаб применения), целесообразно рассмотреть ключевые технологические и экономические факторы развития инновационных моделей.

Технологические факторы развития инновационных моделей онлайн-обучения связаны с цифровой платформой, автоматизацией коммуникации, аналитикой поведения клиентов и инструментами искусственного интеллекта. В рамках коммерческого обучения маркетингу онлайн-эксперт использует платформу как среду размещения материалов, заданий, обратной связи, платежей и данных о прохождении программы [6]. Управленческая ценность технологического решения проявляется в том, что обучение приобретает измеримые параметры, как-то: активность

клиента, завершение модулей, частота обращений, качество выполнения заданий и динамика образовательного результата [1-3], [9-10], [15-20].

Автоматизация коммуникации важна для онлайн-эксперта в тех случаях, когда число клиентов возрастает при том, что качество сопровождения должно оставаться понятным и предсказуемым. Рассылки, напоминания, чат-боты, сценарии обратной связи и CRM помогают организовать контакт с клиентом на этапах записи, оплаты, обучения и повторного обращения [1]. Технологическая организация коммуникации снижает зависимость результата от ручного администрирования и позволяет онлайн-эксперту сосредоточиться на содержании маркетингового обучения.

Инновационный характер онлайн-обучения клиентов маркетингу усиливают инструменты искусственного интеллекта (ИИ) за счёт персонализации заданий, анализа типовых ошибок, подбора учебных материалов и подготовки учебных разборов. В программе онлайн-обучения данные инструменты ценны при связи с реальными задачами клиента – продвижением, рекламной аналитикой, упаковкой предложения и оценкой реакции аудитории [4]. Онлайн-эксперт масштабирует образовательный продукт за счёт единых стандартов качества материалов, сопровождения и оценки результата для разных групп клиентов.

Экономические факторы развития инновационных моделей онлайн-обучения связаны со спросом на маркетинговые компетенции, платёжеспособностью клиентов, стоимостью привлечения, доверием к эксперту и ожидаемой пользой обучения. Предприниматели и специалисты рассматривают маркетинговые знания как средство повышения качества решений в продвижении, продажах и коммуникации с аудиторией [2]. Поэтому экономическая ценность образовательного продукта зависит от способности онлайн-эксперта показать связь обучения с деловой задачей клиента.

Платёжеспособность клиентов и стоимость привлечения задают пределы выбора формата обучения, глубины сопровождения и модели оплаты. Онлайн-эксперт соотносит цену программы с объёмом экспертной работы, уровнем практических заданий, длительностью сопровождения и ожидаемой отдачей образовательного продукта [5]. В экономическом анализе инновационной модели важны как оплаты, так и повторные обращения, рекомендации, средний чек и окупаемость цифрового продвижения.

Доверие к онлайн-эксперту становится экономическим условием развития инновационной модели онлайн-обучения. До оплаты клиент оценивает профессиональный контент, публичные разборы, отзывы, понятность результата и убедительность обещанной пользы [7]. Выбор модели развития зависит от того, какой формат позволяет согласовать доступную цену, качество сопровождения, доказанную экспертность и измеримый результат для клиента; в данной связи рекламные показатели, конверсия и повторные обращения помогают оценить экономическую состоятельность онлайн-обучения [3].

Технологические и экономические факторы целесообразно рассматривать в составе единой инновационной модели онлайн-обучения клиентов маркетингу. Онлайн-эксперт соотносит рыночный запрос, цифровые решения, маркетинговое содержание, сопровождение, экономику продукта и результат для клиента. В связи с этим предлагается структурное представление такой модели, которое приведено ниже (рис. 1).

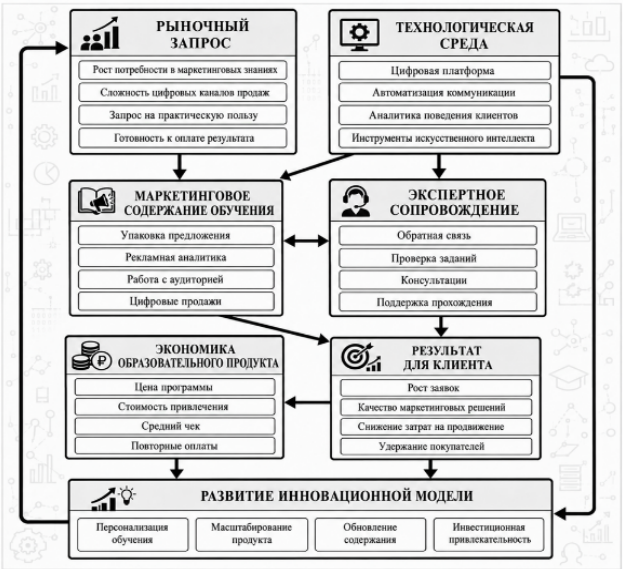


Рисунок 1 – Структура инновационной модели онлайн-обучения клиентов маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг
Источник: авторская разработка

Суть модели заключается в согласовании рыночного запроса, технологических решений, маркетингового содержания, экспертного сопровождения и экономики образовательного продукта вокруг результата для клиента. Онлайн-эксперт преобразует потребность в маркетинговых знаниях в цифровую образовательную услугу с практическими заданиями, обратной связью, аналитикой участия и понятной экономической оценкой. Инновационный характер модели проявляется в персонализации обучения, использовании платформенных решений, применении автоматизации и ориентации на масштабирование продукта, когда рост числа клиентов сочетается с качеством сопровождения и измеримой пользой обучения. С учётом представленной модели целесообразно представить методические основы оценки её качества и практической применимости на практике (табл. 3).

Таблица 3
Критерии оценки инновационных моделей онлайн-обучения

Критерий оценки	Содержание критерия	Показатель оценки
Технологическая оснащённость	Платформа, личный кабинет, материалы, задания, платежи, аналитика	Доступность, стабильность, полнота цифрового сервиса
Автоматизация коммуникации	Рассылки, напоминания, сценарии контакта, CRM, чат-боты	Скорость ответа, доля обработанных обращений
Персонализация обучения	Уровень подготовки, задача клиента, темп прохождения, рекомендации	Соответствие содержания задаче клиента, завершение программы
Маркетинговая применимость	Продвижение, аналитика, упаковка предложения, работа с аудиторией, цифровые продажи	Качество выполненных заданий, применение инструментов в проекте клиента
Качество сопровождения	Обратная связь, консультации, проверка заданий, разбор ошибок	Вовлечённость, частота обращений, удовлетворённость
Экономическая обоснованность	Цена программы, стоимость привлечения, средний чек, повторные оплаты	Конверсия, выручка, окупаемость, прибыльность
Масштабируемость продукта	Единые материалы, стандарты сопровождения, цифровая аналитика, обновление содержания	Рост числа клиентов, стабильность качества, повторяемость результата
Инвестиционная привлекательность	Потенциал спроса, доказанная польза, технологическая база, финансовая отдача	Динамика оплаты, рекомендации, повторные продажи, рост аудитории

Источник: авторская разработка на основе [8-20]

Теоретическая значимость предложенных подходов состоит в развитии научных представлений об инновационных моделях онлайн-обучения клиентов маркетингу как элементе рынка цифровых образовательных услуг. Онлайн-обучение в данном ракурсе концептуально рассматривается в качестве цифровой образовательной услуги, объединяющей платформу, содержание программы, сопровождение клиента, маркетинговые коммуникации и экономическую оценку. Научная новизна систематизации подходов состоит в расширении анализа от отдельных цифровых средств к системе управленческих решений онлайн-эксперта по развитию образовательного продукта [16]. В типологии подходов разграничены технологическое, продуктовое, ценностно-ориентированное, сервисное, маркетинговое, финансово-инвестиционное и организационно-масштабируемое измерения инновационной модели. Технологическое измерение относится к платформе и цифровым сервисам, продуктовое – к содержанию программы, сервисное – к сопровождению клиента, маркетинговое – к каналам коммуникации и аналитике.

Научная ценность данного разграничения в целом сводится к уточнению состава предмета исследования в менеджменте цифровых образовательных услуг [6]. Значение финансово-инвестиционного и организационно-масштабируемого подходов состоит в включении в научное рассмотрение цены, доходности, повторных оплат, окупаемости продвижения, стандарта сопровождения и роста числа клиентов [5]. Инновационная модель оценивается по качеству согласования технологии, содержания, сервиса, спроса и финансовой отдачи. Сформированное представление развивает менеджмент цифровых образовательных услуг, поскольку в нём качество онлайн-обучения маркетингу соотнесено с экономикой образовательного продукта и контролем результата [3].

Практическая значимость рассмотренных подходов состоит в том, что онлайн-эксперт может точнее выбирать инновационный формат обучения под задачу клиента. Краткий курс, консультационная программа, групповая работа или сопровождение различаются трудоёмкостью, ценой, глубиной обратной связи и ожидаемой пользой. Более точный выбор формата снижает случайность управленческих решений и помогает связать обучение маркетингу с продажами, продвижением, аналитикой и работой с аудиторией [6].

Цифровые инструменты в практической работе онлайн-эксперта необходимы для организации доступа к материалам, проверки заданий, общения, платежей и анализа участия клиента. Цифровая платформа,

рассылки, чат-боты, аналитика заявок и данные о прохождении программы – всё это предоставляет основу для более понятного сервиса и своевременной помощи клиентам. Участники рынка могут использовать данные решения при развитии онлайн-платформ, консультационных программ и экспертных образовательных продуктов [16]. Также необходимо отметить и экономическую пользу рассмотренных подходов, которая связана с оценкой цен программ обучения, стоимости привлечения, среднего чека, повторных оплат и окупаемости продвижения. Онлайн-эксперт видит, какие элементы продукта могут дать или уже дают клиенту практическую пользу и какие решения усиливают финансовую отдачу. Рост доверия, повторных обращений, рекомендаций и понятной экономической оценки повышает инвестиционную привлекательность образовательных продуктов на рынке цифровых образовательных услуг [3].

Авторский деловой вклад таким образом связан с представлением онлайн-обучения клиентов маркетингу как практической деятельности онлайн-эксперта, ориентированной на понятный результат для клиента и коммерческий смысл образовательного продукта. В исследовании предложен взгляд, важный для предпринимателей, специалистов и разработчиков экспертных программ. Онлайн-обучение рассматривается как работа с запросом клиента, качеством материалов, сопровождением, оплатой и дальнейшим развитием продукта. Значение авторской позиции для участников рынка состоит в возможности заранее сравнивать разные варианты развития онлайн-обучения. Онлайн-эксперт может оценить, какой формат лучше подходит для конкретной аудитории, насколько оправдано применение автоматизации, требуется ли более глубокий сервис, каким образом цена соотносится с пользой для клиента и затратами на продвижение и т.п., что помогает избегать случайных решений и развивать достойные образовательные продукты более осмысленно.

Практический смысл авторского делового вклада также проявляется в объединении интересов клиента и интересов онлайн-эксперта. Клиенту важны применимые знания, понятное сопровождение и видимый деловой эффект. Онлайн-эксперту важны спрос, доверие, повторные обращения, финансовая отдача и потенциал роста продукта. Авторское обобщение подходов помогает рассматривать эти задачи в едином управленческом поле и тем самым усиливает деловую ценность онлайн-обучения маркетингу на рынке цифровых образовательных услуг.

Заключение

Проведённое исследование позволило рассмотреть развитие инновационных моделей онлайн-обучения клиентов маркетингу как задачу менеджмента цифровых образовательных услуг. В центре проведенного анализа – работа онлайн-эксперта с потребностью клиента, содержанием программы, цифровой платформой, сопровождением, продвижением и экономической отдачей.

Научный смысл исследования заключается в том, что онлайн-обучение маркетингу раскрыто в качестве системы управления развитием образовательных продуктов, связанной с реальными задачами предпринимателей, специалистов и самозанятых профессионалов.

Результаты проведенного исследования показывают, что ценность онлайн-обучения возникает на пересечении сразу нескольких решений – качества цифровой среды, применимости маркетинговых знаний, сопровождения клиента, доверия к эксперту, результативности продвижения и финансовой отдачи образовательного продукта. Данное сочетание решений в одном научно-смысловом поле позволяет рассматривать инновационную модель как практический инструмент развития рынка цифровых образовательных услуг.

Практическое значение полученных результатов связано с возможностью их использования онлайн-экспертами, образовательными платформами и участниками рынка в рамках выбора формата обучения, интеграции цифровых инструментов, оценки спроса, расчёта стоимости привлечения или развития экспертных образовательных продуктов.

Предложенное авторское обобщение помогает соотнести интересы клиента и онлайн-эксперта. Клиент ориентирован на применимые знания и понятный деловой эффект, онлайн-эксперт – на доверие, повторные обращения, окупаемость продвижения и рост ценности продукта.

Дальнейшая разработка данной темы может быть связана с проверкой предложенных подходов в практической деятельности онлайн-экспертов, сравнением разных моделей сопровождения клиентов и оценкой влияния инновационных форматов обучения на повышение образования граждан.

Литература

1. Репников Н. И., Богомолова И. П., Василенко И. Н. Совершенствование управления образовательным процессом и взаимодействием с внешними партнерами на основе современных цифровых решений // Лидерство и менеджмент. – 2025. – Т. 12. – № 4. – С. 979-1002.

2. Азоев Г. Л. Нерешенные проблемы российского маркетинга // Российский журнал менеджмента. – 2025. – Т. 23. – № 2. – С. 183-202.

3. Шарипова А. К. Модели оценки рекламной эффективности в секторе высшего образования: сравнительный анализ подходов // Вестник науки. – 2026. – № 4 (97). – Т. 4. – С. 190-201.

4. Песина С. А., Пустовойтова О. В. Маркетинговые технологии в профессиональном образовании: перспективы внедрения и риски // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2026. – № 02. – С. 214-234.

5. Кроер Е. В. Проблемы обеспечения роста доходов организаций в сфере образования // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2026. – № 1. – С. 180-190.

6. Кожевников М. В., Стариков Е. М., Смирнов В. В. Методика проектирования цифровых сервисов для образовательного рынка // Университетское управление: практика и анализ. – 2022. – Т. 26. – № 2. – С. 114-125.

7. Наянзин А. А. Маркетинговый фреймворк «Город–Кампус–Конверсия»: как продвигать образовательные услуги через контент-маркетинг и сторителлинг // Вестник науки. – 2025. – № 7 (88). – Т. 3. – С. 29-40.

8. Тарасьев А. А., Тарасьева Т. В. Динамика развития емкости рынка образовательных услуг в условиях трансформации спроса на рынке труда // Перспективы науки и образования. – 2026. – Т. 2. – № 1. – С. 178-196.

9. Бурцев В. А. Формирование компетенций выбора цифровых решений в профессиональном обучении предпринимателей // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 6. – С. 80-86. – EDN TXMORR.

10. Бурцев В. А. Цифровые платформы как драйвер региональной экономической трансформации: UX-подход в логике кластерного развития // Управленческий учет. – 2025. – № 4. – С. 54-62. – EDN UZUOEI.

11. Аржанова К. А. Определение элементов маркетинга образовательных услуг при формировании маркетингового капитала вуза // Вестник университета. – 2025. – № 4. – С. 129-138.

12. Вертинова А. А., Садовская Л. Е. Цифровые образовательные услуги: отношение молодежи // Лидерство и менеджмент. – 2024. – Т. 11. – № 4. – С. 1643-1654.

13. Гамукин В. В. Моделирование комплексного сервиса для обеспечения работы образовательной организации: взгляд экспертов // Информатика и образование. – 2023. – Т. 38. – № 3. – С. 42-53.

14. Ежова Е. Н., Кабанова А. А. Коммуникативные технологии продвижения образовательных услуг российских вузов в цифровой среде // Знак: проблемное поле медиаобразования. – 2025. – № 2 (56). – С. 111-122.

15. Зарубина В. Р., Зарубин М. Ю., Васильчук Е. В. Продвижение образовательных услуг вуза в условиях цифровизации // Вестник университета «Туран». – 2022. – № 4 (96). – С. 300-310.

16. Исмаилова К. К. Методологические подходы к разработке цифровой маркетинговой стратегии образовательных онлайн-платформ в условиях трансформации российского рынка ДПО // Вестник Евразийской науки. – 2025. – Т. 17. – № s1. – С. 1-13.

17. Кучерявенко С. А. Цифровая трансформация модели маркетингового продвижения образовательных продуктов высшей школы // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2025. – № 6 (248). – С. 66-74.

18. Милованов В. С. Использование цифровых технологий в маркетинговом продвижении образовательных онлайн-платформ // Вестник науки. – 2025. – № 6 (87). – Т. 1. – С. 2353-2360.

19. Фролова Е. В., Рогач О. В. Цифровые технологии как фактор повышения конкурентоспособности образовательных услуг в условиях распространения онлайн-обучения // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37. – № 3. – С. 46-54.

20. Юдина В. А., Танина М. А., Бондаренко В. В. Развитие цифровых маркетинговых технологий продвижения образовательных услуг российских вузов в условиях глобальных трансформаций // Вестник университета. – 2022. – № 5. – С. 71-78.

21. Устинова А. Е. Эмоциональный интеллект и AI в отельном бизнесе // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 9 (90). – С. 254–269. – DOI: 10.24412/2712-8849-2025-990-254-269. – EDN GALGWZ.

Approaches to the development of innovative models of online customer training in marketing in the digital educational services market

Zakharyan A.A.

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

This study summarizes approaches to the development of innovative models of online customer training in marketing, identifies related solutions discussed in Russian academic literature, examines technological and economic development factors, proposes a structural representation of an innovative model, and defines criteria for its assessment. The results are as follows: a) the significance of technological and economic factors in the development of innovative online learning models is determined; b) the following approaches to their development are identified: technological, product-based, value-oriented, service-based, marketing analytical, financial and investment-oriented, and organizationally scalable; c) an author's structure of an innovative model of online customer training in marketing in the digital educational services market is proposed; d) criteria for assessing innovative online learning models are developed; e) the author's business contribution to the development of the digital educational services market is revealed through the alignment of the interests of the customer and the online expert.

Keywords: online customer training in marketing, innovative model, digital educational services, online expert, educational product, educational services market.

References

1. Repnikov N. I., Bogomolova I. P., Vasilenko I. N. Improving the management of the educational process and interaction with external partners based on modern digital solutions // Leadership and Management. – 2025. – Vol. 12. – No. 4. – P. 979-1002.
2. Azoev G. L. Unresolved problems of Russian marketing // Russian Management Journal. – 2025. – Vol. 23. – No. 2. – P. 183-202.
3. Sharipova A. K. Models for evaluating advertising effectiveness in the higher education sector: a comparative analysis of approaches // Bulletin of Science. – 2026. – No. 4 (97). – Vol. 4. – P. 190-201.
4. Pesina S. A., Pustovoitova O. V. Marketing technologies in professional education: prospects for implementation and risks // Scientific and Methodological Electronic Journal "Concept". – 2026. – No. 02. – P. 214-234.
5. Kroer E. V. Problems of ensuring income growth of organizations in the field of education // Humanities, Socio-Economic and Social Sciences. – 2026. – No. 1. – P. 180-190.
6. Kozhevnikov M. V., Starikov E. M., Smirnov V. V. Methodology for designing digital services for the educational market // University Management: Practice and Analysis. – 2022. – Vol. 26. – No. 2. – P. 114-125.
7. Nayanzin A. A. The "City–Campus–Conversion" marketing framework: promoting educational services through content marketing and storytelling // Bulletin of Science. – 2025. – No. 7 (88). – Vol. 3. – P. 29-40.
8. Tarasyev A. A., Tarasyeva T. V. Dynamics of the educational services market capacity development in the context of demand transformation in the labor market // Perspectives of science and education. – 2026. – Vol. 2. – No. 1. – P. 178-196.
9. Burtsev V. A. Developing competencies for selecting digital solutions in professional training for entrepreneurs // Modern Professional Education. – 2025. – No. 6. – P. 80-86. – EDN TXMORR.
10. Burtsev V. A. Digital platforms as a driver of regional economic transformation: a UX approach within the logic of cluster development // Management Accounting. – 2025. – No. 4. – P. 54-62. – EDN UZUOEI.
11. Arzhanova K. A. Defining the elements of educational services marketing in the formation of university marketing capital // Bulletin of the University. – 2025. – No. 4. – P. 129-138.
12. Vertinova A. A., Sadovskaya L. E. Digital educational services: youth attitudes // Leadership and Management. – 2024. – Vol. 11. – No. 4. – P. 1643-1654.
13. Gamukin V. V. Modeling an integrated service to support the operation of an educational organization: an expert perspective // Informatics and Education. – 2023. – Vol. 38. – No. 3. – P. 42-53.
14. Yezhova E. N., Kabanova A. A. Communication technologies for promoting educational services of Russian universities in the digital environment // Sign: Problematic Field of Media Education. – 2025. – No. 2 (56). – P. 111-122.
15. Zarubina V. R., Zarubin M. Yu., Vasilchuk E. V. Promotion of university educational services under digitalization // Bulletin of Turan University. – 2022. – No. 4 (96). – P. 300-310.
16. Ismailova K. K. Methodological approaches to developing a digital marketing strategy for online educational platforms under the transformation of the Russian continuing professional education market // Bulletin of Eurasian Science. – 2025. – Vol. 17. – No. S1. – P. 1-13.
17. Kucheryavenko S. A. Digital transformation of the marketing promotion model for higher education products // Bulletin of Samara State University of Economics. – 2025. – No. 6 (248). – P. 66-74.
18. Milovanov V. S. The use of digital technologies in the marketing promotion of online educational platforms // Bulletin of Science. – 2025. – No. 6 (87). – Vol. 1. – P. 2353-2360.
19. Frolova E. V., Rogach O. V. Digital technologies as a factor in enhancing the competitiveness of educational services in the context of the expansion of online learning // Informatics and Education. – 2022. – Vol. 37. – No. 3. – P. 46-54.
20. Yudina V. A., Tanina M. A., Bondarenko V. V. Development of digital marketing technologies for promoting educational services of Russian universities under global transformations // Bulletin of the University. – 2022. – No. 5. – P. 71-78.
21. Ustinova A. E. Emotional Intelligence and AI in the Hotel Business // Bulletin of Science. – 2025. – Vol. 1. – No. 9 (90). – P. 254–269. – DOI: 10.24412/2712-8849-2025-990-254-269. – EDN GALGWZ.

Региональное экономическое развитие через управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний Иркутской области

Захаров Сергей Викторович
кандидат технических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, ynd@ex.istu.edu,

Слепнева Людмила Романовна
доктор экономических наук, профессор, декан факультета экономики и управления, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, slluro@mail.ru,

Слободняк Илья Анатольевич
доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, slob.irk@mail.ru,

Архипова Анастасия Николаевна
старший преподаватель, Иркутский национальный исследовательский технический университет, arhipova@ex.istu.edu,

Истомин Никита Александрович
специалист, Иркутский национальный исследовательский технический университет, agapitovaon@ex.istu.edu

В статье рассматривается роль управления инновациями и инновационными проектами на уровне компаний в обеспечении регионального экономического развития Иркутской области. Обосновано, что инновационная активность предприятий выступает одним из факторов технологического обновления производства, повышения производительности труда, развития кадрового потенциала и укрепления конкурентоспособности региональной экономики. Особое внимание уделено специфике Иркутской области, связанной с промышленной направленностью экономики, наличием ресурсного и научно-образовательного потенциала, а также необходимостью более тесного взаимодействия бизнеса, науки и органов регионального управления. Выделены основные проблемы, ограничивающие результативность инновационных проектов в компаниях региона, включая недостаток финансовых ресурсов, кадровый дефицит, высокую стоимость технологической модернизации и слабую кооперацию с научно-образовательной средой. Предложены направления совершенствования управления инновациями, ориентированные на развитие проектного подхода, оценку рисков, кадровое обеспечение и повышение практической значимости инновационных инициатив для экономики Иркутской области.
Ключевые слова: цифровизация, инновационная стратегия, управление рисками, эффективность инноваций, инновационная деятельность, инновационные проекты, управления инновациями.

В современных условиях инновационная деятельность компаний все чаще рассматривается как один из факторов устойчивого развития региональной экономики. Это особенно важно для субъектов Российской Федерации с выраженной промышленной специализацией, где именно предприятия выступают основными участниками внедрения новых технологий, цифровых решений и организационных изменений [3].

Иркутская область обладает значительным производственным, ресурсным и научно-образовательным потенциалом. Экономика региона во многом связана с деятельностью предприятий промышленного комплекса, энергетики, лесопереработки, транспорта, строительства и других отраслей. Вместе с тем дальнейшее развитие региона невозможно обеспечить только за счет традиционных факторов роста. На первый план выходят технологическое обновление, повышение производительности труда, цифровизация бизнес-процессов и развитие инновационных проектов [19].

Следует отметить, что инновационное развитие региона во многом зависит от того, насколько эффективно компании способны выявлять перспективные идеи, оценивать риски, привлекать ресурсы и доводить инновационные решения до практического внедрения [14]. Поэтому результативность инновационной деятельности определяется не только объемом финансирования, но и качеством управления инновационными процессами на уровне предприятий.

Для Иркутской области данная проблема имеет особое значение. С одной стороны, регион располагает промышленной базой и кадровым потенциалом, которые могут быть использованы для реализации инновационных проектов. С другой стороны, сохраняются ограничения, связанные с недостаточной коммерциализацией разработок, дефицитом квалифицированных кадров, неравномерностью инновационной активности предприятий и слабой связью между бизнесом, наукой и органами регионального управления [15].

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью более системного управления инновациями и инновационными проектами на уровне компаний Иркутской области. Такой подход позволяет рассматривать инновационные проекты не только как инструмент повышения эффективности отдельных предприятий, но и как фактор технологического обновления и конкурентоспособности региональной экономики [17].

Целью статьи является исследование роли управления инновациями и инновационными проектами на уровне компаний в обеспечении регионального экономического развития Иркутской области.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: раскрыть значение инновационной деятельности компаний для развития региональной экономики; определить особенности управления инновационными проектами на предприятиях Иркутской области; выявить основные проблемы, ограничивающие результативность инновационных инициатив; предложить направления совершенствования управления инновациями с учетом региональной специфики [13].

Управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний выступает одним из механизмов, через который инновационный потенциал региона преобразуется в реальные экономические результаты. Компании принимают решения о внедрении новых технологий, модернизации оборудования, цифровизации управления, повышении энергоэффективности и совершенствовании производственных процессов [18]. В результате инновации влияют не только на эффективность отдельных организаций, но и на развитие региональной экономики в целом.

Для более наглядного представления данной взаимосвязи основные направления влияния управления инновационными проектами на социально-экономическое развитие Иркутской области представлены на рисунке 1

Анализируя рисунок 1, отметим, управление инновационными проектами на уровне компаний оказывает многостороннее влияние на развитие региональной экономики. Его значение проявляется в технологическом обновлении производства, росте производительности труда, развитии кадрового потенциала, повышении инвестиционной привлекательности и расширении межотраслевых связей. В совокупности данные направления формируют основу для повышения конкурентоспособности экономики Иркутской области [1].

Рисунок 1. Влияние управления инновациями компаний на региональное экономическое развитие Иркутской области
Источник: составлено авторами на основании теоретического материала.

Особенность инновационного развития компаний Иркутской области заключается в сочетании промышленной направленности экономики, потребности в технологической модернизации и необходимости более тесного взаимодействия бизнеса, науки, образования и органов регионального управления [16]. Наиболее заметное значение инновационные проекты имеют для предприятий промышленности, энергетики, лесопромышленного комплекса, строительства, транспорта и сферы информационных технологий [10]. В этих отраслях инновации чаще всего связаны с модернизацией оборудования, автоматизацией производственных процессов, внедрением цифровых систем управления, снижением издержек и повышением качества выпускаемой продукции.

Вместе с тем инновационная активность компаний региона развивается неравномерно. Одни предприятия обладают достаточными финансовыми и кадровыми возможностями для реализации инновационных проектов, другие сталкиваются с недостатком ресурсов, высокой стоимостью технологического обновления и рисками, связанными с неопределенностью результатов [9]. В связи с этим особое значение приобретает не только наличие инновационной идеи, но и способность компании грамотно организовать процесс ее реализации — от отбора проекта до внедрения и оценки полученного эффекта.

С учетом обозначенных особенностей представляется целесообразным систематизировать основные направления инновационной деятельности компаний Иркутской области и показать, каким образом они могут отражаться на региональном экономическом развитии [11]. Такой подход позволяет более четко увидеть, что инновационные проекты имеют значение не только для внутреннего развития предприятий, но и для формирования более устойчивой и конкурентоспособной экономики региона. Данную систематизацию представим в виде таблицы (табл. 1)

Таблица 1
Основные направления инновационной деятельности компаний Иркутской области и их влияние на региональное развитие

№	Направление инновационной деятельности	Содержание на уровне компаний	Возможный эффект для регионального развития
1	Технологическая модернизация производства	Обновление оборудования, внедрение новых производственных технологий, автоматизация отдельных процессов	Рост производительности труда, повышение качества продукции, снижение издержек
2	Цифровизация управления и бизнес-процессов	Использование цифровых платформ, систем учета, аналитики, проектного управления и контроля	Повышение управляемости компаний, ускорение принятия решений, рост эффективности
3	Развитие кадрового потенциала	Подготовка специалистов, повышение квалификации, формирование проектных команд	Укрепление человеческого капитала региона, снижение кадровых ограничений
4	Повышение энергоэффективности и ресурсосбережение	Внедрение энергосберегающих технологий, рациональное использование сырья и ресурсов	Сокращение производственных затрат, повышение экологической устойчивости
5	Взаимодействие с наукой и образованием	Совместные проекты с вузами, научными организациями, участие в прикладных исследованиях	Коммерциализация разработок, развитие региональной инновационной среды
6	Разработка и внедрение новых продуктов	Создание новых товаров, услуг, технологических решений и управленческих практик	Расширение рынков сбыта, рост конкурентоспособности региональных компаний

Источник: составлено авторами на основании проведенного теоретического анализа.

Представленные в таблице 1 направления показывают, что инновационная деятельность компаний Иркутской области имеет комплексный характер. Она охватывает не только технологическое обновление производства, но и цифровизацию управления, развитие кадров, ресурсосбережение и взаимодействие с научно-образовательной средой. В совокупности данные направления создают основу для повышения эффективности предприятий и усиления их вклада в региональное экономическое развитие [12].

Представленные в таблице направления показывают, что инновационная деятельность компаний Иркутской области имеет комплексный характер и затрагивает технологические, кадровые, организационные и инфраструктурные аспекты развития. Вместе с тем наличие данных направлений не означает их равномерной и эффективной реализации на практике [2]. Для многих предприятий региона инновационные проекты остаются сложными с точки зрения финансирования, кадрового обеспечения, оценки рисков и последующего внедрения.

В этой связи целесообразно рассмотреть основные проблемы, которые ограничивают результативность управления инновациями и инновационными проектами на уровне компаний Иркутской области.

С учетом выявленных особенностей инновационной деятельности компаний Иркутской области представляется целесообразным обобщить основные проблемы управления инновационными проектами в структурированном виде. Это позволяет более четко определить факторы, сдерживающие инновационную активность предприятий региона [4]. Представим в таблице 2 основные проблемы управления инновационными проектами в компаниях Иркутской области.

Таблица 2
Основные проблемы управления инновационными проектами в компаниях Иркутской области

№	Ограниченность финансовых ресурсов	Недостаток средств на разработку и внедрение инноваций	Расширение механизмов финансирования и поддержки
1.	Дефицит квалифицированных кадров	Недостаток специалистов для реализации инновационных проектов	Подготовка и повышение квалификации кадров
2.	Высокая стоимость технологического обновления	Сложность модернизации оборудования и процессов	Поэтапная реализация инновационных проектов
3.	Слабое взаимодействие бизнеса, науки и образования	Низкий уровень внедрения разработок в практику	Развитие кооперации компаний с вузами и научными организациями
4.	Высокий уровень риска инновационных проектов	Неопределенность результатов и осторожность компаний	Совершенствование проектного управления и оценки рисков

Источник: составлено авторами

Данные таблицы 2 показывают, что основные проблемы управления инновационными проектами в компаниях Иркутской области носят комплексный характер. Они связаны как с внутренними ограничениями предприятий, так и с особенностями внешней инновационной среды. Наиболее существенными из них выступают недостаток финансовых ресурсов, кадровые ограничения и высокий уровень риска, сопровождающий реализацию инновационных инициатив [7].

Следовательно, повышение эффективности управления инновациями в компаниях Иркутской области требует системного подхода, включающего развитие проектного управления, укрепление взаимодействия бизнеса с научно-образовательной средой и расширение условий для практической реализации инновационных проектов [8].

Таким образом, инновационные проекты компаний следует рассматривать как важный фактор регионального экономического развития. Их результативность во многом зависит от качества управления, доступности ресурсов и степени согласованности интересов бизнеса, науки и региональной экономики.

В заключение следует отметить, что управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний является важным фактором регионального экономического развития Иркутской области. Инновационная активность предприятий способствует технологическому обновлению производства, повышению производительности труда, развитию кадрового потенциала и укреплению конкурентоспособности региональной экономики.

Проведенное исследование показало, что результативность инновационных проектов зависит не только от наличия финансовых ресурсов, но и от качества управления, способности компаний оценивать риски, выстраивать проектную работу и взаимодействовать с научно-образовательными организациями [5]. Вместе с тем развитие инновационной деятельности в регионе сдерживается рядом проблем, среди которых можно выделить ограниченность финансирования, кадровый дефицит, высокую стоимость технологического обновления и недостаточную кооперацию бизнеса с наукой и образованием.

Таким образом, для повышения вклада компаний в инновационное развитие Иркутской области необходимо формировать более системный подход к управлению инновационными проектами. Он должен включать планирование, оценку эффективности, управление рисками, кадровое обеспечение и развитие партнерства между предприятиями, вузами, научными организациями и региональными институтами поддержки. Реализация данных направлений позволит усилить роль инноваций как инструмента устойчивого развития экономики региона.

Литература

1. Зябликова, О. А. Управление инновационными проектами на предприятии: ключевые понятия и особенности / О. А. Зябликова, М. А. Танина // Вестник университета. – 2021. – № 4. – С. 44–49. – DOI 10.26425/1816-4277-2021-4-44-49.
2. Нечаев, А. С. Особенности финансирования инновационной деятельности предприятий в современных условиях / А. С. Нечаев, О. В. Антипина, Ю. Н. Барыкина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 1(40). – С. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231.
3. Чистякова, О. В. Влияние национальных и региональных проектов на развитие инновационного предпринимательства в Иркутской области / О. В. Чистякова // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы. – 2021. – С. 136–152.
4. Вязников, В. Е. Инновационная стратегия устойчивого развития предприятия / В. Е. Вязников, О. А. Красовская, А. Э. Чигир // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни : материалы VII Всероссийской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 20 ноября 2019 года. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2019. – С. 161–164. – EDN RLMLXS.
5. Nechaev, A. Theory of tax variation calculation / A. Nechaev, A. Rasputina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 November 2019. – Vol. 421. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 032010. – DOI 10.1088/1755-1315/421/3/032010.
6. Старков, Р. Ф. Управление инновациями в регионах РФ: оценка эффективности бюджетных расходов / Р. Ф. Старков, В. Е. Вязников, А. С. Нечаев, В. И. Буньковский, Л. Р. Аббасова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 6-1. – С. 131–138. – DOI 10.34670/AR.2023.88.65.016.
7. Максимова, Г. В. Проблемы перехода России на международные стандарты финансовой отчетности / Г. В. Максимова, А. С. Нечаев // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 1. – С. 22–25.
8. Зотова, Е. А. Современные особенности и проблемы в управлении инновационными проектами / Е. А. Зотова, А. В. Заступов // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями : межвузовский сборник научных трудов. – 2021. – № 1. – С. 20–25.
9. Нечаев, А. С. Некоторые аспекты финансирования инновационной деятельности предприятий в Российской Федерации / А. С. Нечаев, Д. А. Антипин // Современные исследования социальных проблем. – 2012. – № 3. – С. 1.
10. Вязников, В. Е. Сравнительный анализ воспроизводственной и технологической структуры инвестиционных вложений для эффективности основного капитала / В. Е. Вязников, О. А. Красовская // Финансовая экономика. – 2019. – № 11. – С. 333–337. – EDN TCFTLS.
11. Ованесян, С. С. Расчет отложенного налога на прибыль при плавающем коэффициенте ускорения в управлении амортизацией основных средств для предприятий машиностроительного комплекса / С. С. Ованесян, А. С. Нечаев // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2003. – № 2(14). – С. 112–119.
12. Нечаев, А. С. Алгоритм процесса управления рисками в инновационной деятельности / А. С. Нечаев, А. В. Прокопьева // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2013. – № 4(75). – С. 196–201.
13. Чупров, С. В. Инвестиционный потенциал и устойчивость инновационного развития промышленности Иркутской области / С. В. Чупров, И. Ю. Новикова // Инновации в менеджменте. – 2020. – № 2(24). – С. 66–73.
14. Nechaev, A. S. Innovation management characteristics of industrial enterprises / A. S. Nechaev, A. S. Bovkun, S. V. Zakharov // 2017 International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies” (IT&QM&IS), St. Petersburg, Russia, 23–30 September 2017. – St. Petersburg, 2017. – P. 556–559. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085885.
15. Ланчаков, А. Б. Методы решения проблем управления инновационными проектами / А. Б. Ланчаков, А. А. Журавлева, Д. Карапетян // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 2, № 10(130). – С. 145–151.
16. Барыкина, Ю. Н. Инновации – основной движущий фактор роста экономики страны / Ю. Н. Барыкина, Я. А. Лузгина // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни : материалы IV Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 14 марта 2018 года. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. – С. 200–202.
17. Chernykh, A. G. Energy saving and energy efficiency improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, № 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005.
18. Барыкина, Ю. Н. Финансирование региональных инновационных проектов с учетом инфраструктурных вызовов рынка: проблемы и пути решения / Ю. Н. Барыкина, С. Фань, Г. М. Берегова // Научное обозрение: теория и практика. – 2023. – Т. 13, № 5(99). – С. 694–701. – DOI 10.35679/2226-0226-2023-13-5-694-701.
19. Барыкина, Ю. Н. Экономическая сущность лизинга как эффективного инструмента финансирования инвестиционной деятельности предприятий / Ю. Н. Барыкина, Ш. Юйвэнь // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 1, № 12(132). – С. 116–123. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2022.12.01.012.

Regional economic development through innovation and innovation project management at the company level in the Irkutsk Region

Zakharov S.V., Slepneva Ly.R., Slobodnyak Il.A., Arkhipova A.N., Istomin N.A.

Irkutsk National Research Technical University, East Siberia State University of Technology and Management

The article examines the role of innovation and innovation project management at the company level in ensuring the regional economic development of the Irkutsk Region. It is substantiated that the innovative activity of enterprises is one of the factors contributing to the technological modernization of production, increased labor productivity, the development of human resources, and the strengthening of the competitiveness of the regional economy. Particular attention is paid to the specific features of the Irkutsk Region, associated with the industrial orientation of its economy, the availability of resource, scientific, and educational potential, as well as the need for closer interaction between business, science, and regional government bodies. The main problems limiting the effectiveness of innovation projects in companies of the region are identified, including a lack of financial resources, a shortage of qualified personnel, the high cost of technological modernization, and weak cooperation with the scientific and educational environment. Directions for improving innovation management are proposed, focusing on the development of a project-based approach, risk assessment, staffing, and increasing the practical significance of innovation initiatives for the economy of the Irkutsk Region.

Keywords: digitalization, innovation strategy, risk management, innovation efficiency, innovative activity, innovation projects, innovation management.

References

1. Zyablikova, O. A. Management of innovative projects at an enterprise: key concepts and features / O. A. Zyablikova, M. A. Tanina // University Bulletin. – 2021. – No. 4. – P. 44–49. – DOI 10.26425/1816-4277-2021-4-44-49.
2. Nechaev, A. S. Features of financing innovation activity of enterprises in modern conditions / A. S. Nechaev, O. V. Antipina, Yu. N. Barykina // Bulletin of Vitebsk State Technological University. – 2021. – No. 1(40). – P. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231.
3. Chistyakova, O. V. The influence of national and regional projects on the development of innovative entrepreneurship in the Irkutsk region / O. V. Chistyakova // Innovative Development of Science: Fundamental and Applied Problems. – 2021. – P. 136–152.
4. Vyaznikov, V. E. Innovative strategy of sustainable enterprise development / V. E. Vyaznikov, O. A. Krasovskaya, A. E. Chigir // Informatization and Virtualization of Economic and Social Life : proceedings of the VII All-Russian Student Scientific and Practical Conference with International Participation, Irkutsk, November 20, 2019. – Irkutsk : Irkutsk National Research Technical University, 2019. – P. 161–164. – EDN RLMLXS.
5. Nechaev, A. Theory of tax variation calculation / A. Nechaev, A. Rasputina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 November 2019. – Vol. 421. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 032010. – DOI 10.1088/1755-1315/421/3/032010.
6. Starkov, R. F. Innovation management in the regions of the Russian Federation: assessment of budget expenditure efficiency / R. F. Starkov, V. E. Vyaznikov, A. S. Nechaev, V. I. Bunkovsky, L. R. Abbasova // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. – 2023. – Vol. 13, No. 6-1. – P. 131–138. – DOI 10.34670/AR.2023.88.65.016.
7. Maksimova, G. V. Problems of Russia’s transition to international financial reporting standards / G. V. Maksimova, A. S. Nechaev // Proceedings of Irkutsk State Economic Academy. – 2004. – No. 1. – P. 22–25.
8. Zotova, E. A. Modern features and problems in the management of innovative projects / E. A. Zotova, A. V. Zastupov // Problems of Improving the Organization of Production and Management of Industrial Enterprises : interuniversity collection of scientific papers. – 2021. – No. 1. – P. 20–25.
9. Nechaev, A. S. Some aspects of financing innovation activity of enterprises in the Russian Federation / A. S. Nechaev, D. A. Antipin // Modern Studies of Social Problems. – 2012. – No. 3. – P. 1.
10. Vyaznikov, V. E. Comparative analysis of the reproductive and technological structure of investment for the efficiency of fixed capital / V. E. Vyaznikov, O. A. Krasovskaya // Financial Economy. – 2019. – No. 11. – P. 333–337. – EDN TCFTLS.

Механизмы и инструменты стимулирования инновационной активности региональных экономических систем

Старков Рафик Федорович
доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента, Иркутский национальный исследовательский технический университет, 1955starkov@mail.ru,

Слепнева Людмила Романовна
доктор экономических наук, профессор, декан факультета экономики и управления, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, slluro@mail.ru,

Слободняк Илья Анатольевич
доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, slob.irk@mail.ru,

Шуплецов Александр Федорович
доктор экономических наук, профессор кафедры экономики предприятий и предпринимательской деятельности, Байкальский государственный университет, ShupletsovAF@bgu.ru,

Истомин Никита Александрович
специалист, Иркутский национальный исследовательский технический университет, agapitovaon@ex.istu.edu

В статье рассматривается роль управления инновациями и инновационными проектами на уровне компаний в региональном экономическом развитии Иркутской области. Обосновано, что инновационная активность предприятий способствует технологическому обновлению производства, повышению производительности труда, развитию кадрового потенциала и укреплению конкурентоспособности региональной экономики. Особое внимание уделено специфике Иркутской области, связанной с промышленной направленностью экономики, наличием ресурсного и научно-образовательного потенциала, а также необходимостью более тесного взаимодействия бизнеса, науки и органов регионального управления. Выделены основные проблемы, ограничивающие результативность инновационных проектов, и предложены направления совершенствования управления инновациями на уровне компаний региона.

Ключевые слова: инновационная деятельность, инновационные проекты, управление инновациями, цифровизация, инновационная стратегия, управление рисками, эффективность инноваций, региональное экономическое развитие.

В современных условиях инновационная деятельность компаний все чаще рассматривается как один из важных факторов устойчивого развития региональной экономики. Это особенно актуально для промышленных регионов, где именно предприятия становятся основными участниками технологического обновления, внедрения цифровых решений и совершенствования производственных процессов.

Иркутская область обладает значительным производственным, ресурсным и научно-образовательным потенциалом. Экономика региона во многом связана с деятельностью предприятий промышленного комплекса, энергетики, лесопереработки, транспорта, строительства и других отраслей. Вместе с тем дальнейшее развитие региона невозможно обеспечить только за счет традиционных факторов роста. На первый план выходят модернизация производства, повышение производительности труда, цифровизация управления и реализация инновационных проектов [2].

Следует отметить, что инновационное развитие региона во многом зависит не только от наличия научных идей или финансовых ресурсов, но и от того, насколько эффективно компании способны управлять инновационными процессами. Речь идет о выборе перспективных проектов, оценке рисков, привлечении ресурсов, формировании проектных команд и доведении инновационных решений до практического внедрения.

Для Иркутской области данный вопрос имеет особое значение. С одной стороны, регион располагает промышленной базой и кадровым потенциалом, которые могут быть использованы для реализации инновационных проектов. С другой стороны, сохраняются ограничения, связанные с недостаточной коммерциализацией разработок, дефицитом квалифицированных кадров, неравномерностью инновационной активности предприятий и слабой связью между бизнесом, наукой и органами регионального управления.

В этой связи управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний следует рассматривать не только как инструмент повышения эффективности отдельных предприятий, но и как важное условие технологического обновления и конкурентоспособности региональной экономики Иркутской области.

Управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний выступает одним из механизмов, через который инновационный потенциал региона преобразуется в реальные экономические результаты. Именно предприятия принимают решения о внедрении новых технологий, модернизации оборудования, цифровизации управления, повышении энергоэффективности и совершенствовании производственных процессов. В результате инновации оказывают влияние не только на деятельность отдельных организаций, но и на развитие региональной экономики в целом.

Для более наглядного представления данной взаимосвязи основные направления влияния управления инновационными проектами на социально-экономическое развитие Иркутской области представлены на рисунке 1.

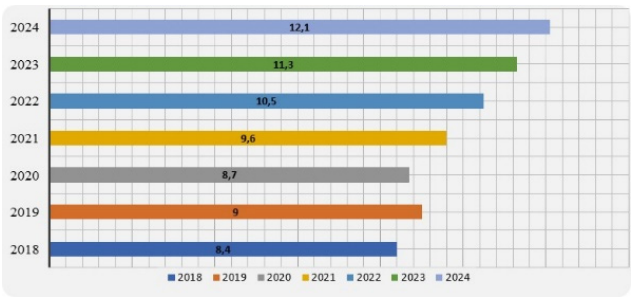


Рисунок 1 – Влияние управления инновациями и инновационными проектами компаний на региональное экономическое развитие Иркутской области.
Источник: составлено авторами на основе теоретического обобщения статистических данных Росстата

Анализируя рисунок 1, отметим, что управление инновационными проектами на уровне компаний оказывает комплексное влияние на развитие региональной экономики. Прежде всего оно проявляется в технологическом обновлении производства, росте производительности труда,

развитии кадрового потенциала и повышении инвестиционной привлекательности территории.

Кроме того, инновационные проекты способствуют расширению межотраслевых связей, поскольку их реализация часто требует взаимодействия предприятий с поставщиками оборудования, научными организациями, образовательными учреждениями, IT-компаниями и органами регионального управления [1]. В результате формируется более активная инновационная среда, в которой отдельные проекты компаний начинают работать на развитие экономики региона в целом.

Таким образом, управление инновациями на уровне компаний можно рассматривать как важный фактор повышения конкурентоспособности Иркутской области. Его значение заключается не только во внедрении новых технологий на отдельных предприятиях, но и в создании условий для более устойчивого, технологически ориентированного развития региональной экономической системы.

Особенность инновационного развития компаний Иркутской области заключается в сочетании промышленной направленности экономики, потребности в технологической модернизации и необходимости более тесного взаимодействия бизнеса, науки, образования и органов регионального управления [13]. Наиболее заметное значение инновационные проекты имеют для предприятий промышленности, энергетики, лесопромышленного комплекса, строительства, транспорта и сферы информационных технологий.

В этих отраслях инновации чаще всего связаны с обновлением оборудования, автоматизацией производственных процессов, внедрением цифровых систем управления, снижением издержек, повышением энергоэффективности и улучшением качества выпускаемой продукции. При этом результативность инновационной деятельности зависит не только от наличия идеи или технологии, но и от способности компании грамотно организовать весь процесс реализации проекта — от выбора направления и оценки рисков до внедрения и получения практического эффекта [4].

Вместе с тем инновационная активность компаний региона развивается неравномерно. Одни предприятия обладают достаточными финансовыми, кадровыми и организационными возможностями для реализации инновационных проектов, другие сталкиваются с нехваткой ресурсов, высокой стоимостью технологического обновления и неопределенностью конечных результатов [19]. В этой связи особое значение приобретает систематизация основных направлений инновационной деятельности компаний Иркутской области и их возможного влияния на региональное экономическое развития. Данные направления представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные направления инновационной деятельности компаний Иркутской области и их влияние на региональное развитие.

№	Год	Доля инновационно-активных предприятий (%)	Объем инвестиций в НИОКР (млрд ед.)
1.	2018	8,4	115
2.	2019	9,0	130
3.	2020	8,7	125
4.	2021	9,6	145
5.	2022	10,5	165
6.	2023	11,3	190
7.	2024	12,1	215

Примечание: по материалам данных Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и аналитических отчетов по инновационной деятельности предприятий.

Представленные в таблице 1 направления показывают, что инновационная деятельность компаний Иркутской области имеет комплексный характер. Она охватывает не только технологическое обновление производства, но и цифровизацию управления, развитие кадрового потенциала, ресурсосбережение, взаимодействие с научно-образовательной средой и разработку новых продуктов [14].

Следует отметить, что каждое из указанных направлений имеет значение не только для отдельного предприятия, но и для региональной экономики в целом. Так, технологическая модернизация способствует росту производительности труда и снижению издержек, цифровизация повышает управляемость бизнес-процессов, развитие кадрового потенциала укрепляет человеческий капитал региона, а взаимодействие компаний с вузами и научными организациями создает условия для коммерциализации разработок.

Вместе с тем наличие данных направлений само по себе не означает их равномерной и эффективной реализации на практике. Для многих предприятий инновационные проекты остаются сложными с точки зрения финансирования, кадрового обеспечения, оценки рисков и последующего внедрения [3]. Поэтому дальнейший анализ целесообразно направить на выявление основных проблем, которые ограничивают результативность управления инновациями и инновационными проектами в компаниях Иркутской области.

Для более точного понимания роли инновационных проектов в региональном развитии важно учитывать не только направления инновационной деятельности, но и показатели, по которым можно оценивать результативность управления ими на уровне компаний. Такой подход позволяет связать внутренние управленческие решения предприятий с более широкими экономическими эффектами для региона [18]. Основные показатели оценки результативности управления инновационными проектами представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели оценки результативности управления инновационными проектами на уровне компаний региона.

№	Показатель	Значение для компании	Значение для регионального развития
1	Доля реализованных инновационных проектов	Показывает способность компании доводить проекты до внедрения	Отражает практическую результативность инновационной активности предприятий
2	Срок реализации инновационного проекта	Позволяет оценить качество планирования и управления ресурсами	Влияет на скорость технологического обновления региональной экономики
3	Экономический эффект от внедрения инноваций	Характеризует снижение издержек, рост прибыли и производительности	Способствует росту эффективности производства и налоговой базы региона
4	Уровень цифровизации бизнес-процессов	Показывает степень управляемости и технологической зрелости компании	Повышает конкурентоспособность региональных предприятий
5	Участие в кооперации с вузами и научными организациями	Расширяет доступ компании к знаниям, кадрам и разработкам	Укрепляет связь бизнеса, науки и образования в регионе
6	Уровень кадрового обеспечения проекта	Отражает наличие специалистов для реализации инноваций	Способствует развитию человеческого капитала региона

Источник: составлено авторами на основе теоретического обобщения [6,9,16].

Представленные показатели позволяют рассматривать управление инновационными проектами не только как внутреннюю задачу компании, но и как фактор регионального экономического развития. Чем выше способность предприятий планировать инновационные проекты, обеспечивать их кадрами, финансировать внедрение и получать практический результат, тем сильнее их вклад в модернизацию региональной экономики [15].

Особое значение имеют показатели, связанные с фактическим внедрением инноваций, экономическим эффектом и взаимодействием с научно-образовательной средой. Именно они показывают, насколько инновационный проект выходит за рамки формальной разработки и становится реальным инструментом повышения эффективности производства, развития кадрового потенциала и укрепления конкурентоспособности Иркутской области [12].

Вместе с тем на практике достижение указанных результатов осложняется рядом ограничений. Для многих компаний Иркутской области инновационные проекты остаются сложными с точки зрения финансирования, кадрового обеспечения, оценки рисков и организации взаимодействия с научно-образовательной средой [5]. В этой связи далее целесообразно обобщить основные проблемы управления инновационными проектами в компаниях региона, которые представим в таблице 3.

Таблица 3

Основные проблемы управления инновационными проектами в компаниях Иркутской области

№	Проблема	Проявление на уровне компаний	Возможное направление решения
1	Ограниченность финансовых ресурсов	Недостаток собственных и заемных средств для разработки и внедрения инноваций	Расширение механизмов финансирования, развитие проектного кредитования и государственной поддержки
2	Дефицит квалифицированных кадров	Недостаток специалистов, способных реализовывать инновационные и цифровые проекты	Подготовка и повышение квалификации кадров, развитие проектных команд
3	Высокая стоимость технологического обновления	Значительные затраты на модернизацию оборудования, программного обеспечения и производственных процессов	Поэтапная реализация инновационных проектов, использование лизинга и субсидирования затрат

4	Слабое взаимодействие бизнеса, науки и образования	Низкий уровень внедрения научных разработок в практическую деятельность предприятий	Развитие кооперации компаний с вузами, научными организациями и институтами поддержки
5	Высокий уровень риска инновационных проектов	Неопределенность результата, длительные сроки окупаемости и осторожность компаний при принятии решений	Совершенствование проектного управления, предварительная оценка рисков и эффективности проектов
6	Недостаточная цифровая зрелость предприятий	Ограниченное использование цифровых платформ, аналитики и систем управления проектами	Внедрение цифровых инструментов управления, автоматизация учета, контроля и мониторинга проектов

Источник: составлено авторами на основе проведенного теоретического анализа [7,8,10,20].

Данные таблицы 3 показывают, что проблемы управления инновационными проектами в компаниях Иркутской области имеют комплексный характер. Они связаны не только с недостатком финансовых ресурсов, но и с кадровыми, организационными, технологическими и институциональными ограничениями. Наиболее существенными из них являются высокая стоимость технологического обновления, дефицит квалифицированных специалистов и недостаточно развитое взаимодействие предприятий с научно-образовательной средой.

Следует отметить, что данные проблемы взаимосвязаны. Например, нехватка финансовых ресурсов ограничивает возможности компаний по привлечению специалистов, внедрению цифровых решений и модернизации оборудования. В свою очередь, кадровый дефицит и слабая проектная подготовка повышают риски реализации инновационных инициатив и снижают вероятность получения ожидаемого экономического эффекта [11].

Таким образом, повышение результативности инновационных проектов требует системного подхода. Он должен включать развитие проектного управления, расширение источников финансирования, подготовку кадров, внедрение цифровых инструментов контроля и более активное взаимодействие компаний с вузами, научными организациями и региональными институтами поддержки [17].

Таким образом, рассмотренные проблемы показывают, что управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний Иркутской области требует более системного подхода. Недостаточно только сформировать инновационную идею или определить направление технологического обновления. Для получения реального результата необходимы финансовое обеспечение, кадровая подготовка, оценка рисков, проектное планирование и последующее сопровождение внедрения инноваций.

Следует отметить, что инновационные проекты компаний имеют значение не только для самих предприятий, но и для региональной экономики в целом. Их реализация способствует модернизации производства, повышению производительности труда, развитию человеческого капитала, расширению межотраслевых связей и укреплению конкурентоспособности Иркутской области. В этой связи инновационная деятельность бизнеса может рассматриваться как один из важных факторов регионального экономического развития.

В заключение можно отметить, что управление инновациями и инновационными проектами на уровне компаний является значимым условием технологического и социально-экономического развития Иркутской области. Проведенный анализ показал, что регион обладает промышленным, ресурсным и научно-образовательным потенциалом, однако его реализация во многом зависит от способности предприятий эффективно управлять инновационными процессами.

Для повышения результативности инновационной деятельности необходимо развивать проектный подход к управлению инновациями, совершенствовать механизмы оценки рисков и эффективности проектов, расширять источники финансирования, усиливать кадровое обеспечение и формировать устойчивое взаимодействие между предприятиями, вузами, научными организациями и органами регионального управления.

В целом можно заключить, что инновационные проекты компаний должны рассматриваться не как отдельные инициативы предприятий, а как важный инструмент модернизации региональной экономики. Их системная реализация позволит повысить технологический уровень производства, укрепить конкурентные позиции компаний Иркутской области и создать условия для более устойчивого развития региона.

Литература

1. Зябликова, О. А. Управление инновационными проектами на предприятии: ключевые понятия и особенности / О. А. Зябликова, М. А. Танина // Вестник университета. – 2021. – № 4. – С. 44–49. – DOI 10.26425/1816-4277-2021-4-44-49.
2. Чистякова, О. В. Влияние национальных и региональных проектов на развитие инновационного предпринимательства в Иркутской области / О. В. Чистякова // Инновационное развитие науки: фундаментальные и прикладные проблемы. – 2021. – С. 136–152.
3. Нечаев, А. С. Особенности финансирования инновационной деятельности предприятий в современных условиях / А. С. Нечаев, О. В. Антипина, Ю. Н. Барыкина // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 1(40). – С. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231. – EDN JCTBNH.
4. Красовская, О. А. Анализ факторов, влияющих на экономическое развитие в регионах Российской Федерации / О. А. Красовская, В. Сяоли, А. В. Ибрагимова // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 3(152). – С. 681–685. – DOI 10.34925/EIP.2023.152.3.131.
5. Барыкина, Ю. Н. Финансирование региональных инновационных проектов с учетом инфраструктурных вызовов рынка: проблемы и пути решения / Ю. Н. Барыкина, С. Фань, Г. М. Берегова // Научное обозрение: теория и практика. – 2023. – Т. 13, № 5(99). – С. 694–701. – DOI 10.35679/2226-0226-2023-13-5-694-701.
6. Зотова, Е. А. Современные особенности и проблемы в управлении инновационными проектами / Е. А. Зотова, А. В. Заступов // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями : межвузовский сборник научных трудов. – 2021. – № 1. – С. 20–25.
7. Старков, Р. Ф. Управление инновациями в регионах РФ: оценка эффективности бюджетных расходов / Р. Ф. Старков, В. Е. Вязников, А. С. Нечаев, В. И. Буньковский, Л. Р. Аббасова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 6-1. – С. 131–138. – DOI 10.34670/AR.2023.88.65.016.
8. Красовская, О. А. Сравнительный анализ развития инвестиционной политики в Российской Федерации и за рубежом / О. А. Красовская, В. Л. Пригожин // Финансовая экономика. – 2020. – № 11. – С. 441–445.
9. Нечаев, А. С. Влияние амортизационной политики на формирование лизинговых платежей / А. С. Нечаев. – Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2004. – 245 с. – ISBN 5-7253-1065-5.
10. Чупров, С. В. Инвестиционный потенциал и устойчивость инновационного развития промышленности Иркутской области / С. В. Чупров, И. Ю. Новикова // Инновации в менеджменте. – 2020. – № 2(24). – С. 66–73.
11. Нечаев, А. С. Региональные и локальные рынки. Проблема обеспечения единства экономического пространства / А. С. Нечаев, С. Чжан, О. А. Красовская // Финансовая экономика. – 2023. – № 5. – С. 38–40.
12. Basova, A. V. Taxation as an instrument of stimulation of innovation-active business entities / A. V. Basova, A. S. Nechaev // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 22, No. 11. – P. 1544–1549. – DOI 10.5829/idosi.wasj.2013.22.11.13015.
13. Nechaev, A. Theory of tax variation calculation / A. Nechaev, A. Rasputina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : conference proceedings, Krasnoyarsk, Russia, 13–14 ноября 2019 года. – Vol. 421. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 032010. – DOI 10.1088/1755-1315/421/3/032010.
14. Nechaev, A. Taxation in Russia: Analysis and trends / A. Nechaev, O. Antipina // Економічний часопис-XXI. – 2014. – № 1-2-1. – P. 73–77.
15. Nechaev, A. Identification and management of the enterprises innovative activity risks / A. Nechaev, A. Prokopyeva // Економічний часопис-XXI. – 2014. – № 5-6. – P. 72–77.
16. Барыкина, Ю. Н. Инновации – основной движущий фактор роста экономики страны / Ю. Н. Барыкина, Я. А. Лузгина // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни : материалы IV Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием, Иркутск, 14 марта 2018 года / Иркутский национальный исследовательский технический университет. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. – С. 200–202.
17. Барыкина, Ю. Н. Методические подходы к реализации финансирования инновационной деятельности с учетом инструментов государственной политики / Ю. Н. Барыкина, А. С. Нечаев, О. А. Красовская // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 1, № 1(142). – С. 98–108. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.01.01.013. – EDN UIKVVC.
18. Ланчаков, А. Б. Методы решения проблем управления инновационными проектами / А. Б. Ланчаков, А. А. Журавлева, Д. Карапетян // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 2, № 10(130). – С. 145–151.
19. Chernykh, A. G. Energy saving and energy efficiency improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP

Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005.

20. Барыкина, Ю. Н. Экономическая сущность лизинга как эффективного инструмента финансирования инвестиционной деятельности предприятий / Ю. Н. Барыкина, Ш. Юйвэнь // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2022. – Т. 1, № 12(132). – С. 116–123. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2022.12.01.012..

Mechanisms and tools for stimulating the innovative activity of regional economic systems

Starkov R.F., Slepneva Ly.R., Slobodnyak Il.A., Shupletsov A.F., Istomin N.A.
Irkutsk National Research Technical University, East Siberia State University of Technology and Management, Baikal State University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article examines the role of innovation management and innovation project management at the company level in the regional economic development of the Irkutsk Region. It is substantiated that the innovative activity of enterprises contributes to the technological modernization of production, increased labor productivity, the development of human resources, and the strengthening of the competitiveness of the regional economy. Particular attention is paid to the specific features of the Irkutsk Region, associated with the industrial orientation of its economy, the availability of resource, scientific, and educational potential, as well as the need for closer interaction between business, science, and regional government bodies. The main problems limiting the effectiveness of innovation projects are identified, and directions for improving innovation management at the level of companies in the region are proposed.

Keywords: innovative activity, innovation projects, innovation management, digitalization, innovation strategy, risk management, innovation efficiency, regional economic development.

References

1. Zyablikova, O. A. Management of Innovative Projects at an Enterprise: Key Concepts and Features / O. A. Zyablikova, M. A. Tanina // University Bulletin. – 2021. – No. 4. – P. 44–49. – DOI 10.26425/1816-4277-2021-4-44-49.
2. Chistyakova, O. V. The Influence of National and Regional Projects on the Development of Innovative Entrepreneurship in Irkutsk Region / O. V. Chistyakova // Innovative Development of Science: Fundamental and Applied Problems. – 2021. – P. 136–152.
3. Nechaev, A. S. Features of Financing Innovation Activities of Enterprises in Modern Conditions / A. S. Nechaev, O. V. Antipina, Yu. N. Barykina // Bulletin of Vitebsk State Technological University. – 2021. – No. 1(40). – P. 216–231. – DOI 10.24412/2079-7958-2021-1-216-231. – EDN JCTBNH.
4. Krasovskaya, O. A. Analysis of Factors Influencing Economic Development in the Regions of the Russian Federation / O. A. Krasovskaya, V. Xiaoli, A. V. Ibragimova // Economics and Entrepreneurship. – 2023. – No. 3(152). – P. 681–685. – DOI 10.34925/EIP.2023.152.3.131.
5. Barykina, Yu. N. Financing Regional Innovation Projects Taking into Account Market Infrastructure Challenges: Problems and Solutions / Yu. N. Barykina, S. Fan, G. M. Beregova // Scientific Review: Theory and Practice. – 2023. – Vol. 13, No. 5(99). – P. 694–701. – DOI 10.35679/2226-0226-2023-13-5-694-701.
6. Zotova, E. A. Modern Features and Problems in the Management of Innovative Projects / E. A. Zotova, A. V. Zastupov // Problems of Improving the Organization of Production and Management of Industrial Enterprises : Interuniversity Collection of Scientific Papers. – 2021. – No. 1. – P. 20–25.
7. Starkov, R. F. Innovation Management in the Regions of the Russian Federation: Assessment of Budget Expenditure Efficiency / R. F. Starkov, V. E. Vyaznikov, A. S. Nechaev, V. I. Bunkovsky, L. R. Abbasova // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. – 2023. – Vol. 13, No. 6-1. – P. 131–138. – DOI 10.34670/AR.2023.88.65.016.
8. Krasovskaya, O. A. Comparative Analysis of the Development of Investment Policy in the Russian Federation and Abroad / O. A. Krasovskaya, V. L. Prigozhin // Financial Economy. – 2020. – No. 11. – P. 441–445.
9. Nechaev, A. S. The Influence of Depreciation Policy on the Formation of Leasing Payments / A. S. Nechaev. – Irkutsk : BSUEL Publishing House, 2004. – 245 p. – ISBN 5-7253-1065-5.
10. Chuprov, S. V. Investment Potential and Sustainability of Innovative Development of Industry in Irkutsk Region / S. V. Chuprov, I. Yu. Novikova // Innovations in Management. – 2020. – No. 2(24). – P. 66–73.
11. Nechaev, A. S. Regional and Local Markets. The Problem of Ensuring the Unity of Economic Space / A. S. Nechaev, S. Zhang, O. A. Krasovskaya // Financial Economy. – 2023. – No. 5. – P. 38–40.
12. Basova, A. V. Taxation as an Instrument of Stimulation of Innovation-Active Business Entities / A. V. Basova, A. S. Nechaev // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 22, No. 11. – P. 1544–1549. – DOI 10.5829/idosi.wasj.2013.22.11.13015.
13. Nechaev, A. Theory of Tax Variation Calculation / A. Nechaev, A. Rasputina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : Conference Proceedings, Krasnoyarsk, Russia, November 13–14, 2019. – Vol. 421. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 032010. – DOI 10.1088/1755-1315/421/3/032010.
14. Nechaev, A. Taxation in Russia: Analysis and Trends / A. Nechaev, O. Antipina // Economic Annals-XXI. – 2014. – No. 1-2-1. – P. 73–77.
15. Nechaev, A. Identification and Management of the Enterprises Innovative Activity Risks / A. Nechaev, A. Prokopyeva // Economic Annals-XXI. – 2014. – No. 5-6. – P. 72–77.
16. Barykina, Yu. N. Innovations as the Main Driving Factor of Economic Growth of the Country / Yu. N. Barykina, Ya. A. Luzgina // Informatization and Virtualization of Economic and Social Life : Proceedings of the 4th Interuniversity Student Scientific and Practical Conference with International Participation, Irkutsk, March 14, 2018 / Irkutsk National Research Technical University. – Irkutsk : Irkutsk National Research Technical University, 2018. – P. 200–202.
17. Barykina, Yu. N. Methodological Approaches to Financing Innovation Activities Taking into Account State Policy Instruments / Yu. N. Barykina, A. S. Nechaev, O. A. Krasovskaya // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2024. – Vol. 1, No. 1(142). – P. 98–108. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.01.01.013. – EDN UIKVVC.
18. Lanchakov, A. B. Methods for Solving Problems of Innovative Project Management / A. B. Lanchakov, A. A. Zhuravleva, D. Karapetyan // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2022. – Vol. 2, No. 10(130). – P. 145–151.
19. Chernykh, A. G. Energy Saving and Energy Efficiency Improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005.
20. Barykina, Yu. N. The Economic Essence of Leasing as an Effective Tool for Financing Investment Activities of Enterprises / Yu. N. Barykina, Sh. Yuwen // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2022. – Vol. 1, No. 12(132). – P. 116–123. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2022.12.01.012.

Анализ применения организационно-экономических механизмов в активизации инновационной деятельности предприятий

Лапшин Иван Сергеевич
кафедра «Экономика и менеджмент», Ульяновский государственный технический университет, Lapshin.ivan2012@yandex.ru

Усиление конкурентного давления и ускорение технологических изменений формируют устойчивый запрос на поиск эффективных инструментов управления инновационной деятельностью предприятий. В статье исследуется совокупность организационно-экономических механизмов, применяемых для активизации инновационной деятельности хозяйствующих субъектов в современных условиях российской экономики. На основе анализа теоретических подходов и практики функционирования предприятий различных отраслей систематизированы ключевые составляющие организационно-экономического механизма, выявлены характер и специфика их взаимодействия. Рассмотрены финансовые, управленческие, мотивационные и институциональные инструменты стимулирования инновационной активности. Определены условия, при которых применение указанных механизмов обеспечивает наибольшую результативность. Установлено, что комплексное и системное использование организационно-экономических механизмов формирует устойчивую инновационную среду на уровне предприятия. Сделан вывод о необходимости синхронизации корпоративной инновационной политики с государственными приоритетами технологического развития. Результаты исследования применимы в практике стратегического управления предприятиями, ориентированными на инновационный рост.

Ключевые слова: организационно-экономический механизм, инновационная деятельность, активизация инноваций, инновационная политика, управление предприятием, инновационно-инвестиционная активность.

Введение

Современная экономика характеризуется ускорением технологических изменений и усилением конкурентного давления, вследствие чего инновационная деятельность становится одним из ключевых факторов устойчивого развития предприятий независимо от их масштаба и отраслевой принадлежности [17]. Однако достижение инновационных целей невозможно формирования эффективного организационно-экономического механизма (ОЭМ), обеспечивающего системное управление инновационными процессами. Практика показывает, что разрозненные инновационные мероприятия не обеспечивают долгосрочного эффекта и требуют интеграции в единую систему управления [5].

Целью исследования заключается в анализе теоретических и прикладных аспектов применения ОЭМ в активизации инновационной деятельности, условий эффективного функционирования и направлений совершенствования. Для достижения поставленной цели использованы методы системного и сравнительного анализа, классификации и обобщения, а теоретическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых в области экономической теории, инновационного менеджмента и организационно-экономических механизмов.

Материалы и методы

Исследование построено на синтезе теоретических и эмпирических подходов. Теоретическую основу составили труды А. Г. Войтова, Л. Е. Басовского, Р. А. Бурганова, посвященные вопросам экономической теории, а также исследования Р. Д. Александровского, Д. В., Леонтьева, Л. В. Масько и И. П. Красько, И. С. Лапшина, рассматривающие организационно-экономические механизмы и инновационной развитие предприятий. Эмпирическую базу исследования составили публикации отечественных ученых, посвященные проблемам активизации инновационной деятельности за 2022-2026 гг.

Методологически работа опирается на системный подход, позволяющий рассматривать ОЭМ инновационного развития предприятия не как набор разрозненных инструментов, а как целостную и взаимообусловленную конструкцию [18]. Применение сравнительного анализа позволило сопоставить различные трактовки понятия ОЭМ и выявить их сходства и различия. Метод классификации использован для систематизации элементов механизма по функциональному признаку. Метод обобщения применён при формулировании выводов относительно условий результативности ОЭМ инновационной деятельности.

Результаты

Теоретические основы организационно-экономического механизма инновационного развития

Понятие «организационно-экономический механизм» является одним из ключевых в современной экономической науке, однако его трактовка остаётся дискуссионной. В широком смысле ОЭМ представляет собой совокупность методов, инструментов, форм и условий, посредством которых субъекты экономических отношений достигают поставленных целей в заданных институциональных рамках [13, 14].

Современные подходы к исследованию ОЭМ основываются на положениях неоклассической, институциональной и эволюционной экономических теорий. Несмотря на различия в научных подходах, авторы едины во мнении, что результативность механизма определяется не отдельными инструментами, а их согласованным функционированием в рамках единой системы управления [9, 19,21].

Таким образом, организационно-экономический механизм инновационного развития предприятия представляет собой комплекс взаимосвязанных финансово-экономических, мотивационных и институционально-правовых инструментов, комплексное применение которых обеспечивает повышение инновационной активности, устойчивость инновационных процессов и долгосрочное развитие предприятия [19, 21].

Структура организационно-экономического механизма инновационной деятельности предприятия

Детальный анализ научной литературы позволяет выделить четыре взаимосвязанных блока в структуре ОЭМ инновационной деятельности предприятия: финансово-инвестиционный, организационно-управленческий, мотивационный и институционально-правовой. Каждый из них выполняет специфические функции и включает соответствующий набор инструментов.

Финансово-инвестиционный блок формирует ресурсную основу инновационной деятельности и включает механизмы финансирования инновационных проектов, привлечения инвестиций, использования налоговых льгот, субсидий и инструментов государственно-частного партнерства. Его эффективность ресурсов и возможностей привлечения внешнего капитала [3, 24].

Организационно-управленческий блок обеспечивает планирование, организацию и контроль инновационной деятельности посредством стратегического управления, проектного подхода и систем управления знаниями, способствуя рациональному использованию ресурсов и ускорению внедрения инноваций [19, 20].

Мотивационный блок направлен на вовлечение персонала в инновационную деятельность с использованием материальных и нематериальных стимулов, развитием инновационной культуры и благоприятной организационной среды. Его результативность определяется соответствием механизмов мотивации стратегии инновационного развития предприятия [12, 17, 21].

Институционально-правовой блок создает нормативную основу инновационной деятельности, обеспечивая соблюдение законодательства, защиту интеллектуальной собственности и использование инструментов государственной поддержки

Эффективность ОЭМ определяется согласованным функционированием всех его элементов. Недостаточная развитость любого блоков снижает результативность инновационной деятельности предприятия и ограничивает достижение стратегических целей [19, 21].

Инновационная деятельность российских предприятий: состояние и проблемы

Инновационная деятельность российских предприятий характеризуется существенной отраслевой дифференциацией. Наиболее высокий уровень инновационной активности наблюдается в высокотехнологичных секторах экономики, тогда как предприятия традиционных отраслей внедряют инновации значительно медленнее вследствие ограниченности финансовых ресурсов, технологических возможностей и организационных компетенций [5, 20].

Сдерживающими факторами инновационного развития остаются длительный период окупаемости инновационных проектов, высокая экономическая неопределенность, ограниченный доступ предприятий к инвестиционным ресурсам и недостаточная эффективность механизмов государственной поддержки, особенно применительно к субъектам малого и среднего предпринимательства [2, 5, 26].

Условия результативного применения организационно-экономических механизмов

Таблица 1
Условия результативности ОЭМ инновационной деятельности предприятия

№ п/п	Условие результативности	Ключевые параметры	Последствия несоблюдения
1	Системность и согласованность элементов	Взаимосвязанное функционирование всех блоков механизма инвестиционного, мотивационного, ресурсного и др.	Фрагментарное применение инструментов; блокировка инновационных процессов, например, при сильном инвестиционном и слабом мотивационном блоках.
2	Адаптивность к внешней среде	Наличие встроенных петель обратной связи для быстрой корректировки параметров управления.	Быстрое устаревание регламентов и процедур в динамичной технологической среде, потеря эффективности.
3	Институциональная согласованность	Синхронизация корпоративной инновационной стратегии с государственными приоритетами технологического развития.	Упущенные выгоды отсутствие дополнительного финансирования, преференций при госзакупках и трансфере технологий.
4	Компетентность управленческого персонала	Высокое качество человеческого капитала, наличие квалифицированных специалистов по инновационному менеджменту.	Дефицит профильных компетенций, некачественное проектирование и искажение внедряемых инновационных механизмов.
5	Наличие инновационной культуры	Наличие неформальной институциональной основы, разделяемых ценностей и норм поведения, поощряющих инициативу.	Формализм, имитация инновационной активности, нежелание сотрудников предлагать и внедрять новые идеи.
6	Интеграция цифровых инструментов	Внедрение цифровых аналитических систем для мониторинга, оценки и прозрачности инновационных процессов.	Низкая скорость обработки данных, запоздалые управленческие решения и неточная настройка ресурсного обеспечения проектов.

Составлено автором

Анализ теоретических и прикладных исследований показывает, что результативность ОЭМ инновационной деятельности определяется системностью управления, адаптивностью к изменениям внешней среды, уровнем инновационной культуры, компетентностью персонала, цифровизацией и согласованностью корпоративной стратегии с государственной инновационной политикой.

Отраслевая специфика применения организационно-экономических механизмов

Несмотря на общность принципов построения ОЭМ инновационной деятельности, его практическая реализация определяется отраслевой спецификой предприятия.

В высокотехнологичных отраслях (аэрокосмической, ОПК, производство электроники) ОЭМ характеризуется значительной государственной поддержкой, высокой капиталоемкостью инноваций и вертикальной интеграцией участников инновационного процесса [20].

В сфере услуг особенности механизма обусловлены нематериальным характером продукта, высокой ролью цифровых технологий и постоянным взаимодействием с потребителем. По мнению Р. Д. Александровского, эффективность инновационного развития в данной сфере обеспечивается использованием цифровых платформ, персонализацией услуг и совершенствованием управления клиентским опытом [1].

Таким образом, универсальной модели ОЭМ не существует. Его структура определяется отраслью, масштабом предприятия, стадией жизненного цикла и уровнем инновационного развития, тогда как базовые функциональные блоки – финансово-инвестиционный, организационно-управленческий, мотивационный и институционально-правовой – сохраняются независимо от сферы деятельности.

Совершенствование организационно-экономических механизмов: направления и инструменты

Анализ современной научной литературы позволяет выделить пять ключевых направлений совершенствования ОЭМ инновационной деятельности предприятий: развитие финансово-инвестиционной инфраструктуры, цифровизацию управления инновациями, формирование инновационных экосистем, развитие кадрового потенциала и синхронизацию корпоративной стратегии с государственной инновационной политикой. Реализация данных направлений способствует повышению эффективности инновационной деятельности и устойчивости развития предприятий [21, 23, 24, 26, 27].

Основные направления и инструменты совершенствования представлены в таблице 2.

Таблица 2
Направления совершенствования ОЭМ инновационной деятельности предприятия

Направление	Ключевые инструменты	Ожидаемые результаты
Развитие финансово-инвестиционной инфраструктуры	Государственно-частное партнёрство, венчурное финансирование, гранты	Расширение ресурсной базы инноваций
Цифровизация управления инновациями	Цифровые платформы, прогнозная аналитика, системы мониторинга	Повышение управляемости и скорости инновационных процессов
Формирование инновационных экосистем	Партнёрства с университетами, технопарки, кластеры	Синергетический эффект от сетевого взаимодействия
Развитие кадрового потенциала	Корпоративное обучение, привлечение талантов, инновационная культура	Рост компетентности и мотивации персонала
Синхронизация с государственной политикой	Участие в государственных программах, использование институциональных инструментов	Дополнительные ресурсы и преимущества

Составлено автором

Обсуждение

Полученные в ходе исследования результаты позволяют сформулировать ряд обобщающих позиций, существенных для понимания природы и перспектив развития ОЭМ инновационной деятельности предприятий.

Прежде всего, необходимо подчеркнуть, что ОЭМ инновационной деятельности - это не статичная конструкция, а динамическая система, постоянно эволюционирующая под воздействием изменений технологической, конкурентной и институциональной среды. Это означает, что проектирование такого механизма не является разовой задачей: оно представляет собой непрерывный управленческий процесс, требующий систематического мониторинга и корректировки [19, 23].

В научной литературе наблюдается определённое расхождение между теоретическими моделями ОЭМ инновационного развития и их практическим воплощением. В теории ОЭМ предстаёт как хорошо

структурированная, внутренне согласованная система [21]. На практике же предприятия, как правило, формируют механизм постепенно, реагируя на конкретные проблемы и возможности, без целостного предварительного проектирования [5, 17]. Это приводит к фрагментарности ОЭМ и снижению его результативности.

Существенным является также вопрос о соотношении универсальных и специфических элементов в структуре ОЭМ. Исследования, рассмотренные в настоящей работе, убедительно свидетельствуют о том, что при наличии универсальных базовых принципов каждое предприятие нуждается в индивидуальной настройке механизма с учётом отраслевой специфики, масштаба, стадии инновационного развития и доступных ресурсов [1, 20, 24, 28].

Отдельного внимания заслуживает вопрос об измеримости результативности ОЭМ инновационной деятельности. Традиционные финансовые показатели - рентабельность, оборачиваемость, ликвидность - плохо подходят для оценки инновационной деятельности в силу её долгосрочного характера и высокой неопределённости [4, 6].

Принципиально важным является вопрос о соотношении рыночных и нерыночных (государственных) инструментов в составе ОЭМ инновационной деятельности. Как показывает анализ, ни чисто рыночные, ни исключительно государственные механизмы не обеспечивают оптимального результата [12, 27]. Наиболее результативным является их сочетание, при котором государственное участие компенсирует провалы рынка в финансировании инноваций, а рыночные механизмы обеспечивают конкурентный отбор наиболее эффективных инновационных решений [2, 7].

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы.

Организационно-экономический механизм инновационной деятельности предприятия представляет собой многоуровневую систему взаимосвязанных инструментов, объединённых в четыре функциональных блока: финансово-инвестиционный, организационно-управленческий, мотивационный и институционально-правовой. Каждый из блоков выполняет специфическую роль в обеспечении инновационной деятельности, при этом их совместное функционирование носит синергетический характер.

Результативность ОЭМ инновационной деятельности определяется рядом условий: системностью и согласованностью его элементов, адаптивностью к изменениям внешней среды, согласованностью с государственной инновационной политикой, компетентностью управленческого персонала, наличием поддерживающей инновационной культуры и интеграцией цифровых инструментов управления. Нарушение любого из этих условий снижает результативность всей системы.

Российские предприятия сталкиваются с рядом системных проблем в формировании эффективных ОЭМ инновационной деятельности: недостаточностью финансирования, дефицитом инновационных компетенций, слабостью механизмов трансфера технологий и институциональными барьерами. Преодоление этих проблем требует комплексного подхода, сочетающего совершенствование корпоративных механизмов управления с развитием внешней институциональной среды.

Ключевыми направлениями совершенствования ОЭМ инновационной деятельности предприятий в современных условиях являются: развитие финансово-инвестиционной инфраструктуры инноваций, цифровизация управления инновационными процессами, формирование инновационных экосистем, развитие кадрового потенциала и синхронизация корпоративных стратегий с государственной инновационной политикой.

Практическая ценность результатов исследования состоит в том, что они формируют методологическую основу для проектирования и оценки ОЭМ инновационной деятельности применительно к предприятиям различных отраслей и масштабов. Использование предложенного подхода в управленческой практике позволяет обеспечить переход от фрагментарного применения отдельных инновационных инструментов к системному управлению инновационным развитием, что в конечном счёте создаёт устойчивые конкурентные преимущества на основе инновационного потенциала предприятия.

Литература

1. Александровский Р. Д. Организационно-экономические механизмы обеспечения инновационного развития торговых услуг // Вестник науки. 2025. №6 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskie-mehanizmy-obespecheniya-innovatsionnogo-razvitiya-torgovyh-uslug (дата обращения: 13.06.2026).
2. Багинова В. В. Экономическая теория : учебник / под общ. ред. А.И. Добрынина, Г.П. Журавлевой. – 2-е изд. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 747 с.
3. Бардовский В. П. Экономическая теория : учебник / В.П. Бардовский, О.В. Рудакова, Е.М. Самородова. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. – 399 с.
4. Басовский Л. Е. Экономическая теория : учебное пособие / Л.Е. Басовский, Е.Н. Басовская. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 375 с.
5. Борщ Л. М., Бекирова С. Э. Инновации в развитии технологий и их ключевые тренды в российской экономике // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2024. №4 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-razvitii-tehnologiy-i-ih-klyuchevye-trendy-v-rossiyskoy-ekonomike (дата обращения: 13.06.2026).
6. Бурганов Р. А. Экономическая теория : учебник / Р.А. Бурганов. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 416 с.
7. Васильева А. С. Экономическая теория: макроэкономика : учебное пособие / А.С. Васильева, М.Н. Кузнецова. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 107 с.
8. Викулина Т. Д. Экономическая теория : учебное пособие / Т.Д. Викулина. – 2-е изд. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. – 209 с.
9. Войтов А. Г. Хозяйство, экономика, рынок (Политэкономия XXI века) : монография / А. Г. Войтов. – 4-е изд. – Москва : Дашков и Ко, 2023. – 376 с.
10. Войтов А. Г. Экономическая теория : учебник / А. Г. Войтов. – 4-е изд., стер. – Москва : Дашков и К, 2023. – 390 с.
11. Войтов Г. К. О способе производства и политэкономии XXI века : монография / Г. К. Войтов, А. Г. Войтов. – Москва : Дашков и К°, 2023. – 289 с.
12. Гукасьян Г. М. Экономическая теория: ключевые вопросы : учебное пособие / Г.М. Гукасьян. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 224 с.
13. Даниленко Л. Н. Экономическая теория: курс лекций по микро- и макроэкономике : учебное пособие / Л.Н. Даниленко. – Москва : ИНФРА-М, 2024. – 576 с.
14. Дерен В. И. Экономика: экономическая теория и экономическая политика : учебник для вузов / В. И. Дерен. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 903 с.
15. Дерен В. И. Экономическая теория и экономическая политика. Практикум : учебное пособие для вузов / В. И. Дерен. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 286 с.
16. Днепров М. Ю. Экономическая теория : учебник для вузов / М. Ю. Днепров, О. В. Михайлюк, В. А. Николаев. – Москва : Юрайт, 2024. – 216 с.
17. Ерлыгина Е. Г., Шабанова Е. М. Инновационная деятельность как основной драйвер экономического развития России // Beneficium. 2025. №2 (55). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-deyatelnost-kak-osnovnoy-drayver-ekonomicheskogo-razvitiya-rossii (дата обращения: 13.06.2026).
18. Ермолаев К. Н. Основы экономической теории (системный подход) : учебник / К. Н. Ермолаев, М. Е. Коновалова, О. Ю. Кузьмина. – Москва : Директ-Медиа, 2023. – 513 с.
19. Лапшин И. С. Содержание и структура системы организационно-экономического обеспечения: условия внедрения инноваций и устойчивого развития предприятий // Kant. 2025. №4 (57). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-i-struktura-sistemy-organizatsionno-ekonomicheskogo-obespecheniya-usloviya-vnedreniya-innovatsiy-i-ustoychivogo (дата обращения: 13.06.2026).
20. Леонтьев Д. В. Организационно-экономический механизм управления развитием ресурсного потенциала высокотехнологичных отраслей промышленности // Вестник Академии знаний. 2025. №1 (66). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiy-mehanizm-upravleniya-razvitiem-resursnogo-potentsiala-vysokotehnologichnyh-otrasley-promyshlennosti (дата обращения: 13.06.2026).
21. Масько Л. В., Красько И. П. Инновационная активность через призму организационно-экономического механизма: понятие, значение и применение на практике // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-aktivnost-cherez-prizmu-organizatsionnoekonomicheskogo-mehanizma-ponyatie-znachenie-i-primenenie-na-praktike (дата обращения: 13.06.2026).
22. Мекуш Г. Е., Панов А. А. Разработка организационно-экономического механизма экологизации регионального развития // Экономика и управление инновациями. 2025. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-organizatsionno-

ekonomicheskogo-mehanizma-ekologizatsii-regionalnogo-razvitiya (дата обращения: 13.06.2026).

23. Морковкин Д. Е. Организационно-экономический механизм функционирования транснациональных компаний реального и финансового сектора в условиях цифровой трансформации // Вестник евразийской науки. 2025. №3S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiy-mehanizm-funktsionirovaniya-transnatsionalnyh-kompaniy-realnogo-i-finansovogo-sektora-v-usloviyah (дата обращения: 13.06.2026).

24. Насиров Д. Ф. Совершенствование организационно-экономических механизмов повышения инновационно-инвестиционной активности в предприятиях сферы услуг // JMBM. 2026. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-organizatsionno-ekonomicheskih-mehanizmov-povysheniya-innovatsionnoinvestitsionnoy-aktivnosti-v-predpriyatiyah (дата обращения: 13.06.2026).

25. Рейхерт К. И., Иванова Ю. О. Обоснование и разработка рекомендаций по использованию инновационных решений российскими компаниями // Вестник евразийской науки. 2025. №1S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-i-razrabotka-rekomendatsiy-po-ispolzovaniyu-innovatsionnyh-resheniy-rossiyskimi-kompaniyami (дата обращения: 13.06.2026).

26. Агазу Б. Г., Керо К. А. (2024). Инновационная стратегия и конкурентоспособность фирм: систематический обзор литературы. Журнал инноваций и предпринимательства, 13, 24. https://doi.org/10.1186/s13731-024-00381-9

27. Филипишина Л., Патук С., Кленин О. (2025). Стратегическое управление инновационным развитием промышленного предприятия. Балтийский журнал экономических исследований, 11 (4), 269-275.https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-4-269-275

28. Калинин Д. (2024). Формирование организационно-экономического механизма управления развитием инновационного потенциала предприятий в условиях быстрых изменений. Экономика, время, реалии, 5(75), 31-42. https://doi.org/10.15276/ETR.05.2024.4

Analysis of the application of organizational and economic mechanisms in stimulating innovation activity of enterprises

Lapshin I.S.
Ulyanovsk State Technical University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The intensification of competitive pressure and the acceleration of technological changes create a sustained demand for effective tools to manage the innovation activities of enterprises. This article examines the set of organizational and economic mechanisms used to stimulate innovation activity of economic entities in the current conditions of the Russian economy. Based on an analysis of theoretical approaches and the operational practices of enterprises across various industries, the key components of the organizational and economic mechanism are systematized, and the nature and specifics of their interaction are identified. Financial, managerial, motivational, and institutional tools for stimulating innovation activity are considered. The conditions under which the application of these mechanisms yields the greatest effectiveness are determined. It is established that the integrated and systematic use of organizational and economic mechanisms fosters a sustainable innovation environment at the enterprise level. The conclusion is drawn that it is necessary to synchronize corporate innovation policy with state priorities for technological development. The results of the study are applicable to the strategic management practices of enterprises oriented toward innovation-driven growth.

Keywords: organizational and economic mechanism, innovation activity, stimulation of innovation, innovation policy, enterprise management, innovation and investment activity.

References

1. Alexandrovsky R. D. Organizational and economic mechanisms for ensuring the innovative development of trade services // Bulletin of Science. 2025. No. 6 (87). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskie-mehanizmy-obespecheniya-innovatsionnogo-razvitiya-torgovyh-uslug (date of reference: 06/13/2026).
2. Baginova V. V. Economic theory : textbook / under the general editorship of A.I. Dobrynin, G.P. Zhuravleva. – 2nd ed. – Moscow : INFRA-M, 2024. – 747 p.
3. Bardovsky V. P. Economic theory : textbook / V.P. Bardovsky, O.V. Rudakova, E.M. Samorodova. Moscow : FORUM : INFRA-M, 2023. 399 p
. 4. Basovsky L. E. Economic theory : a textbook / L.E. Basovsky, E.N. Basovskaya. Moscow : INFRA-M, 2024. 375 p.
5. Borsch L. M., Bekirova S. E. Innovations in technology development and their key trends in the Russian economy // Scientific Bulletin: Finance, banks, Investments. 2024. No. 4 (69). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-razvitii-tehnologiy-i-ih-klyuchevye-trendy-v-rossiyskoy-ekonomike (date of request: 06/13/2026).
6. Burganov R. A. Economic theory : textbook / R.A. Burganov. Moscow : INFRA–M, 2023. 416 p.
7. Vasilyeva A. S. Economic theory: macroeconomics : a textbook / A.S. Vasilyeva, M.N. Kuznetsova. Moscow : INFRA–M, 2023. 107 p.
8. Vikulina T. D. Economic theory : a textbook / T.D. Vikulina. – 2nd ed. – Moscow : RIOR : INFRA-M, 2022. – 209 p
. 9. Voytov A. G. Economy, economics, market (Political Economy of the XXI century) : monograph / A. G. Voytov. – 4th ed. – Moscow : Dashkov and Co., 2023. – 376 p.
10. Voytov A. G. Economic theory : textbook / A. G. Voytov. – 4th ed., erased. – Moscow : Dashkov and K, 2023. – 390 p.
11. Voytov G. K. On the method of production and political economy of the XXI century : a monograph / G. K. Voytov, A. G. Voytov. – Moscow : Dashkov and Co., 2023. – 289 p.
12. Ghukasyan G. M. Economic theory: key issues: a textbook / G.M. Ghukasyan. – 4th ed., reprint. and additional – Moscow : INFRA-M, 2023. – 224 p.
13. Danilenko L. N. Economic theory: a course of lectures on micro- and macroeconomics : a textbook / L.N. Danilenko. Moscow : INFRA–M, 2024. 576 p.
14. Deren V. I. Economics: economic theory and economic policy : a textbook for universities / V. I. Deren. – 8th ed., ispr. and add. – Moscow : Yurayt, 2024. – 903 p.
15. Deren V. I. Economic theory and economic policy. Practicum : a textbook for universities / V. I. Deren. – 2nd ed., ispr. and add. – Moscow : Yurayt, 2024. – 286 p.
16. Dneprov M. Y. Economic theory: a textbook for universities / M. Y. Dneprov, O. V. Mikhailyuk, V. A. Nikolaev. – Moscow : Yurait, 2024. – 216 p.
17. Yerlygina E. G., Shabanova E. M. Innovation activity as the main driver of Russia's economic development // Beneficium. 2025. No. 2 (55). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-deyatelnost-kak-osnovnoy-drayver-ekonomicheskogo-razvitiya-rossii (date of reference: 06/13/2026).
18. Ermolaev K. N. Fundamentals of economic theory (system approach) : textbook / K. N. Ermolaev, M. E. Konovalova, O. Y. Kuzmina. Moscow : Direct-Media, 2023. 513 p.
19. Lapshin I. S. The content and structure of the organizational and economic support system: conditions for the introduction of innovations and sustainable development of enterprises // Kant. 2025. №4 (57). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-i-struktura-sistemy-organizatsionno-ekonomicheskogo-obespecheniya-usloviya-vnedreniya-innovatsiy-i-ustoychivogo (date of request: 06/13/2026).
20. Leontiev D. V. Organizational and economic mechanism for managing the development of the resource potential of high-tech industries // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2025. No. 1 (66). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiy-mehanizm-upravleniya-razvitiem-resursnogo-potentsiala-vysokotehnologichnyh-otrasley-promyshlennosti (date of request: 06/13/2026).
21. Masko L. V., Krasko I. P. Innovative activity through the prism of the organizational and economic mechanism: concept, meaning and application in practice // Bulletin of Polotsk State University. Series D. Economic and legal sciences. 2025. No. 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnaya-aktivnost-cherez-prizmu-organizatsionnoekonomicheskogo-mehanizma-ponyatie-znachenie-i-primenenie-na-praktike (date of request: 06/13/2026).
22. Mekush G. E., Panov A. A. Development of an organizational and economic mechanism for greening regional development // Economics and innovation management. 2025. No. 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-organizatsionno-ekonomicheskogo-mehanizma-ekologizatsii-regionalnogo-razvitiya (date of request: 06/13/2026).
23. Morkovkin D. E. Organizational and economic mechanism of functioning of multinational companies in the real and financial sector in the context of digital transformation // Bulletin of Eurasian Science. 2025. №3S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsionno-ekonomicheskiy-mehanizm-funktsionirovaniya-transnatsionalnyh-kompaniy-realnogo-i-finansovogo-sektora-v-usloviyah (date of request: 06/13/2026).
24. Nasirov D. F. Improving organizational and economic mechanisms for increasing innovation and investment activity in service enterprises // JMBM. 2026. No. 7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-organizatsionno-ekonomicheskih-mehanizmov-povysheniya-innovatsionnoinvestitsionnoy-aktivnosti-v-predpriyatiyah (date of request: 06/13/2026).
25. Reichert K. I., Ivanova Yu. O. Substantiation and development of recommendations on the use of innovative solutions by Russian companies // Bulletin of Eurasian Science. 2025. No.1S. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-i-razrabotka-rekomendatsiy-po-ispolzovaniyu-innovatsionnyh-resheniy-rossiyskimi-kompaniyami (date of reference: 06/13/2026).
26. Agazu B. G., Kero K. A. (2024). Innovation strategy and competitiveness of firms: a systematic review of the literature. Journal of Innovation and Entrepreneurship, 13, 24. https://doi.org/10.1186/s13731-024-00381-9
27. Filipishina L., Patuk S., Klenin O. (2025). Strategic management of innovative development of an industrial enterprise. Baltic Journal of Economic Research, 11 (4), 269-275.https://doi.org/10.30525/2256-0742/2025-11-4-269-275
28. Kalinin D. (2024). Formation of an organizational and economic mechanism for managing the development of innovative potential of enterprises in the context of rapid changes. Economics, Time, Realities, 5(75), 31-42. https://doi.org/10.15276/ETR.05.2024.4

Типология инновационных стратегий выхода на российский рынок

Лю И
аспирант, Российский университет дружбы народов (РУДН), dddiai123@163.com

В условиях институциональной нестабильности, санкционного давления и ускорения процессов импортозамещения предприятиям, выходящим на российский рынок, недостаточно ограничиваться адаптацией существующих бизнес-моделей — возрастает значение целенаправленного управления инновационной деятельностью. Целью настоящего исследования является выявление, классификация и описание инновационных стратегий, которые могут использовать предприятия при выходе на российский рынок. Методологическую основу исследования составил структурированный анализ 25 рецензируемых научных источников (статей, глав коллективных монографий и аналитических отчётов), опубликованных в период с 2020 по 2026 год. По результатам исследования предложена типология четырёх инновационных стратегий: адаптивные инновации; партнёрские инновации; технологически ориентированные инновации; институциональные инновации. Каждая стратегия проиллюстрирована эмпирическими примерами. Результаты исследования показывают, что успешный выход на российский рынок в меньшей степени определяется технологическим превосходством компании и в большей степени зависит от её способности формировать партнёрские взаимодействия и обеспечивать институциональную гибкость. По итогам исследования сформулированы практические рекомендации для руководителей предприятий, а также обозначены перспективные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: управление инновациями, стратегии выхода на рынок, российский рынок, адаптация, партнёрство, институциональные инновации.

Выход предприятий на российский рынок сопровождается рядом специфических вызовов, преодоление которых требует осознанных стратегий управления инновациями, а не простого переноса существующих бизнес-моделей.

За последние годы институциональная нестабильность, технологическая фрагментация и политика импортозамещения существенно изменили конкурентную среду в России [Burda and Gavrikova 2024: 1445; Buchaev et al. 2024: 348]. В этих условиях компании вынуждены пересматривать подходы к управлению инновациями — от продуктовых и процессных до инноваций бизнес-моделей и организационных преобразований.

Существующие исследования рассматривают инновационные экосистемы и региональную кластеризацию в России [Bobek, Streltsov and Horvat 2024: 4; Акинфеева, Никонова 2026: 166], однако лишь немногие предлагают структурированную стратегическую модель для предприятий на этапе выхода на рынок. Большинство работ сосредоточено на макроэкономическом уровне либо отдельных отраслевых кейсах, что создаёт дефицит практико-ориентированных типологий [Demanova 2025: 12–15; Flerko 2024: 8].

Настоящее исследование направлено на восполнение данного пробела: его целью является выявление и систематизация стратегий управления инновациями при выходе на российский рынок. На основе анализа эмпирических исследований и практических кейсов предложена типология из четырёх стратегий.

Исследование основано на структурированном анализе рецензируемых научных статей, глав научных изданий и аналитических отчётов, опубликованных в 2020–2026 годах. В итоговую выборку вошли 25 источников, отобранных по критериям: соответствие тематике управления инновациями, связь с российским рынком и актуальность публикаций. Ненаучные источники, публикации СМИ и неопубликованные материалы в исследование не включались.

Аналитическая процедура включала три этапа тематического синтеза: (1) анализ каждого источника для выявления инновационных стратегий и барьеров; (2) группировка данных в тематические категории методом сравнительного кодирования; (3) систематизация категорий в целостную типологию четырёх стратегий.

Теоретическую основу составили работы Бакли и Кассона [2021: 78–82] — по механизмам выбора форм выхода на рынок — и Уотсона [2022: 80–84] — по инновационно-ориентированным стратегиям в развивающихся экономиках. Сбор первичных эмпирических данных не проводился; для иллюстрации стратегий использовались кейсы из исследований Демановой [2025] и Флерко [2024].

Стратегия 1. Адаптивные инновации

Сущность стратегии — модификация существующих продуктов, услуг или процессов в соответствии с российскими техническими стандартами, ожиданиями потребителей и нормативными требованиями. Подход характеризуется относительно низкими затратами и краткосрочной ориентацией, что делает его особенно востребованным при первичном выходе на рынок.

Основные инструменты: реинжиниринг продукции, получение сертификации ЕАС, модульные изменения конструкции.

Деманова [2025: 34–36] показывает, что китайские технологические компании адаптировали интерфейсы платёжных систем и логистического отслеживания под потребности российских пользователей. Бурда и Гаврикова [2024: 1450–1452] описывают модификацию цифровых систем управления иностранных поставщиков оборудования для совместимости с советской инфраструктурой энергетического сектора. Голиченко и Самоволева [2021: 10] подтверждают, что недостаточная адаптация к локальным стандартам остаётся одной из главных причин неудачного внедрения зарубежных инноваций в России.

Стратегия 2. Партнёрские инновации

Стратегия предполагает сотрудничество с локальными участниками инновационной системы — университетами, исследовательскими центрами, государственными корпорациями и технологическими кластерами. Подход особенно эффективен в условиях высоких институциональных барьеров, поскольку местные партнёры обеспечивают легитимность, помогают преодолевать регуляторные процедуры и открывают доступ к субсидируемым ресурсам.

Основные инструменты: совместные R&D-проекты, корпоративные университетские лаборатории, участие в кластерах («Сколково», Иннополис).

Бобек, Стрельцов и Хорват [2024: 11–13] показывают, что компании, включённые в российские инновационные кластеры, коммерциализировали продукты на 30–40 % быстрее по сравнению с организациями, действующими самостоятельно, при этом подчёркивая зависимость результата от качества кластерной инфраструктуры.

Стратегия 3. Технологически ориентированные инновации

В рамках данного подхода предприятие внедряет передовые технологии, не имеющие полноценных локальных аналогов: искусственный интеллект, промышленный интернет вещей (IIoT), робототехнику, цифровые двойники. Стратегия формирует высокий уровень конкурентных преимуществ, однако сопряжена с повышенными рисками, обусловленными зависимостью от квалифицированных кадров и развитой цифровой инфраструктуры.

По данным Бучаева и соавторов [2024: 352–354], стратегия демонстрирует высокую эффективность в промышленно развитых регионах (Татарстан, Московская область), тогда как в менее развитых регионах она сталкивается с ограничениями из-за недостаточной цифровой связанности и нестабильности инфраструктуры. Акинфеева и Никонова [2026: 170–172] фиксируют, что цифровые компании росли в 2,3 раза быстрее нецифровых аналогов, что подтверждает высокий потенциал стратегии даже в нестабильной среде.

Кравченко и Гуриева [2021: 45] указывают, что затруднённость технологического трансфера в современных геополитических условиях требует альтернативных механизмов: обратного инжиниринга, сотрудничества с поставщиками из третьих стран и развития собственных компетенций.

Стратегия 4. Институциональные инновации

В отличие от предыдущих стратегий, данный подход ориентирован не на изменение продукта или процесса, а на трансформацию правовой, организационной и финансовой архитектуры компании. Особую актуальность он приобрёл после 2022 года в условиях быстро меняющейся санкционной и регуляторной среды.

Основные инструменты: создание подразделений по санкционному комплаенсу, формирование параллельных цепочек поставок, внедрение альтернативных расчётных механизмов (криптоактивы, бартер, валюты дружественных государств), выделение отдельных юридических структур.

Флерко [2024: 42–45] показывает, что нидерландские и датские биотехнологические компании успешно применяли инструменты институциональных инноваций для преодоления расчётных и IP-ограничений после 2022 года. Симачев, Кузык и Федюнина [2023: 28] фиксируют, что предприятия с диверсифицированными схемами снабжения и специализированными функциями комплаенса сталкивались с операционными сбоями на 40 % реже. Зеленская [2024: 66] установила, что компании с гибкой институциональной архитектурой адаптируются к изменениям нормативной среды почти вдвое быстрее организаций с жёсткой системой управления.

Таблица 1

Типология стратегий управления инновациями при выходе на российский рынок

Стратегия	Основная логика	Основные инструменты	Ключевые источники
Адаптивные инновации	Адаптация существующего предложения под локальные условия	Сертификация ЕАС, реинжиниринг продукции, модульное проектирование	Demanova (2025); Burda & Gavrikova (2024); Golichenko & Samovoleva (2021)
Партнёрские инновации	Совместное создание инноваций с локальными участниками	Совместные НИОКР, корпоративные лаборатории, участие в кластерах	Bobek et al. (2024); Golova & Sukhovey (2023); Skolkovo (2025)
Технологически ориентированные инновации	Внедрение передовых технологий при отсутствии локальных аналогов	ИИ, IIoT, цифровые двойники, промышленная роботизация	Акинфеева, Никонова (2026); Buchaev et al. (2024); Kravchenko & Gurieva (2021)
Институциональные инновации	Трансформация организационной и правовой модели	Диверсификация поставок, альтернативные платёжные механизмы, отдельные юридические структуры	Flerko (2024); Demanova (2025); Simachev et al. (2023); Zelenskaya (2024)

Предложенная типология расширяет традиционные модели выхода на рынок по нескольким направлениям.

Во-первых, классические модели [Buckley and Casson 2021: 113–115] акцентируют внимание на постепенной интернационализации и адаптации продукта, тогда как результаты настоящего исследования показывают, что успешный выход на российский рынок требует инновационных решений также в сфере партнёрских взаимодействий, технологий и институционального проектирования. Российский рынок с его высокой институциональной изменчивостью требует более динамичного и многомерного подхода.

Во-вторых, выявлено выраженное региональное измерение: лишь ограниченный круг регионов — Москва, Татарстан, Новосибирская область и Санкт-Петербург — располагает зрелыми инновационными экосистемами, пригодными для технологически ориентированных стратегий [Golova and Sukhovey 2023: 56; Акинфеева, Никонова 2026: 180]. Стратегия, эффективная в Москве, может оказаться неработоспособной в менее развитых регионах, что делает региональную оценку обязательным элементом принятия решений.

В-третьих, исследование подчёркивает возрастающее значение институциональных инноваций — категории, недостаточно представленной в традиционной литературе. Симачев, Кузык и Федюнина [2023: 32] показывают, что в условиях санкционного давления правовые и финансовые инновации могут оказывать большее влияние на результаты деятельности, чем технологические изменения. Полученные выводы могут быть применимы и к другим экономикам в условиях высокой регуляторной изменчивости — Иран, Беларусь, отдельные секторы Китая.

В международном сравнительном контексте результаты согласуются с работами по другим развивающимся рынкам: Кярккяйнен [2023: 108–112] фиксирует особую значимость институциональных инноваций при слабом контрактном праве, Лестари [2022: 55–58] показывает, что партнёрские стратегии существенно снижают риски выхода на рынок в странах Юго-Восточной Азии.

Работа полностью основана на вторичных источниках; первичные эмпирические исследования (опросы, интервью) повысили бы надёжность выводов. Практические примеры преимущественно относятся к технологическому и биотехнологическому секторам, что ограничивает применимость типологии к производственным и добывающим отраслям. Быстро меняющаяся геополитическая ситуация может снижать временну́ю устойчивость отдельных стратегий. Наконец, исследование не разграничивает опыт иностранных и российских компаний, что может требовать построения отдельных типологий.

В рамках настоящего исследования предложена типология четырёх стратегий управления инновациями при выходе на российский рынок: адаптивные, партнёрские, технологически ориентированные и институциональные инновации. Каждая стратегия представляет собой ответ на конкретные особенности российской рыночной среды — от технических стандартов и партнёрских экосистем до цифровой инфраструктуры и институциональной изменчивости.

Ключевой практический вывод: универсальной стратегии не существует. Предприятиям необходимо учитывать отраслевую специфику, региональные характеристики и собственные ресурсные возможности. Для большинства компаний наиболее эффективен гибридный подход, сочетающий партнёрские инновации с адаптивными либо институциональными механизмами [Zelenskaya 2024: 68–69; Simachev, Kuzyk and Fedyunina 2023: 39–40].

Для органов государственной политики результаты исследования указывают на необходимость развития кластерной инфраструктуры, сокращения региональных цифровых диспропорций и повышения прозрачности институциональной среды.

Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической проверкой типологии посредством первичных данных, её распространением на другие развивающиеся экономики в условиях институциональной нестабильности, а также с лонгитюдным анализом изменения эффективности стратегий под воздействием геополитических трансформаций.

Литература

1. Акинфеева Е.В., Никонова М.А. Анализ условий роста российских инновационных компаний // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2026. – Т. 22, № 2. – С. 164–187. – DOI: 10.24891/cyktsq.
2. Вайсман Е.Д., Подлипский А.И. Университетско-промышленные партнерства в России: барьеры и перспективы // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2022. – № 58. – С. 76–91. – DOI: 10.17223/19988648/58/5.
3. Голиченко О.Г., Самоволева С.А. Инновационная активность российских предприятий: барьеры и стимулы // Вопросы экономики. – 2021. – № 3. – С. 5–25. – DOI: 10.32609/0042-8736-2021-3-5-25.
4. Голова И.М., Суховей А.Ф. Роль кластеров в инновационном развитии регионов России // Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 48–60. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-1-04.
5. Кравченко Н.А., Гурьева М.А. Технологический трансфер в условиях санкционных ограничений // Мировая экономика и международные отношения. – 2021. – Т. 65, № 8. – С. 42–50. – DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-8-42-50.

6. Кузнецов Б.В., Симачев Ю.В., Чулок А.А. Инновационное развитие российских компаний: тенденции и факторы // Российский журнал менеджмента. – 2022. – Т. 20, № 2. – С. 183–205. – DOI: 10.21638/spbu18.2022.203.

7. Николаев М.В., Шестакова И.В. Выход иностранных компаний на российский рынок: стратегии и практики // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. – 2023. – Т. 39, № 3. – С. 312–330. – DOI: 10.21638/spbu05.2023.302.

8. Полякова А.Г., Симаров В.Н. Управление инновационной деятельностью на предприятиях России // Менеджмент в России и за рубежом. – 2022. – № 4. – С. 25–34.

9. Соколов Д.В., Титов А.Б. Цифровая трансформация промышленности России: состояние и перспективы // Экономическая наука современной России. – 2023. – № 2. – С. 57–69. – DOI: 10.33293/1609-1442-2023-2-57-69.

10. Федорова Н.Н., Юрков А.В. Инновационная экосистема России: современное состояние и перспективы развития // Инновации и инвестиции. – 2024. – № 1. – С. 12–22.

11. Хрусталев Е.Ю., Ларин С.Н. Риски инновационной деятельности в российской промышленности // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 5. – С. 88–101. – DOI: 10.47711/0868-6351-196-88-101.

12. Шевченко И.В., Веретенникова А.Ю. Механизмы государственной поддержки инновационных компаний в России // Финансы и кредит. – 2024. – Т. 30, № 2. – С. 284–301.

13. Bobek V., Streltsov V., Horvat T. Policies for Improving the Efficiency of Innovative Clustering in an Emerging Market // New Topics in Emerging Markets / ed. by V. Bobek, T. Horvat. – London : IntechOpen, 2024. – P. 1–25. – DOI: 10.5772/intechopen.112150.

14. Buchaev Y.G., Abdulkadyrov A.S., Abdulmanapov S.G., Gadzhiev R.N., Abdullaeva Z.M. Managing Innovations and Digitalisation in the Age of Intellectual Machines: Challenges for the Economic Policy in Russian Regions // International Journal of Economic Policy in Emerging Economies. – 2024. – Vol. 19, No. 3/4. – P. 346–356. – DOI: 10.1504/IJEPEE.2024.139068.

15. Buckley P.J., Casson M. The Future of the Multinational Enterprise. – 3rd ed. – London : Palgrave Macmillan, 2021. – 245 p.

16. Burda E., Gavrikova E. Innovation Ecosystems in Developing Markets: Empirical Evidence from Russian Electric Power Industry // Technology Analysis & Strategic Management. – 2024. – Vol. 36, No. 7. – P. 1443–1460. – DOI: 10.1080/09537325.2022.2099263.

17. Demanova P. Analysis of Chinese Tech Companies Performance in the Russian Market. – Moscow : HSE University, 2025. – 89 p. (Master's Thesis)

18. Dezhina I.G., Ponomarev A.K. Gosudarstvennaya innovatsionnaya politika Rossii: novye prioritety [State Innovation Policy of Russia: New Priorities] // Innovatsii. – 2022. – No. 5. – P. 15–25. (in Russian)

19. Flerko K. Adapting Dutch and Danish Firms' Strategies to Enter the Chinese Biotechnologies Market for Russian SMEs. – Moscow : HSE University, 2024. – 76 p. (Master's Thesis)

20. Gavrilova S.D. Digital Transformation of Russian Industrial Enterprises: Barriers and Drivers // Strategic Management. – 2023. – Vol. 28, No. 1. – P. 33–43. – DOI: 10.5937/StraMan2200033G.

21. Kärkkäinen A. Strategies for Foreign Market Entry: A Comparative Analysis // International Business Review. – 2023. – Vol. 32, No. 4. – P. 102–118. – DOI: 10.1016/j.ibusrev.2022.102118.

22. Lestari Y.D. Innovation Capabilities and Market Entry Decisions in Emerging Economies // Journal of Innovation Management. – 2022. – Vol. 10, No. 2. – P. 45–62. – DOI: 10.24840/2183-0606_010.002_0004.

23. Partnership Models for Commercialization of Corporate Innovative IT Products / Skolkovo Foundation, St. Petersburg State University. – Moscow : Skolkovo, 2025. – 67 p.

24. Simachev Y., Kuzyk M., Fedyunina A. Russian Industry Under Sanctions: Challenges and Responses // Post-Communist Economies. – 2023. – Vol. 35, No. 1. – P. 23–45. – DOI: 10.1080/14631377.2022.2149891.

25. Watson G.F. IV. Foreign Market Entry Strategies: A Synthesis // Journal of International Marketing. – 2022. – Vol. 30, No. 3. – P. 78–95. – DOI: 10.1177/1069031X221102194.

26. Zelenskaya E.S. Institutional Adaptation of Foreign Firms in the Russian Market // International Journal of Emerging Markets. – 2024. – Vol. 19, No. 5. – P. 58–74. – DOI: 10.1108/IJOEM-06-2022-0911.

Typology of innovative strategies for entering the russian market

Liu Yi
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

In conditions of institutional instability, sanctions pressure, and accelerating import substitution, companies entering the Russian market cannot limit themselves to adapting existing business models — targeted innovation management is becoming increasingly important. The aim of this study is to identify, classify, and describe the innovation strategies that enterprises may employ when entering the Russian market. The methodological basis of the study is a structured analysis of 25 peer-reviewed academic sources (journal articles, book chapters, and analytical reports) published between 2020 and 2026. Based on the findings, a typology of four innovation strategies is proposed: adaptive innovations; partnership innovations; technology-driven innovations; and institutional innovations. Each strategy is illustrated with empirical examples. The results show that successful entry into the Russian market is determined less by a company's technological superiority and more by its ability to build partnership interactions and maintain institutional flexibility. The study concludes with practical recommendations for managers and identifies promising directions for further research.

Keywords: innovation management, market entry strategies, Russian market, adaptation, partnership, institutional innovations.

References

1. Akinfeyeva E.V., Nikonova M.A. Analiz usloviy rosta rossiyskikh innovatsionnykh kompaniy [Analysis of Growth Conditions of Russian Innovative Companies] // Natsional'nyye interesy: prioritety i bezopasnost'. – 2026. – Vol. 22, No. 2. – P. 164–187. – DOI: 10.24891/cyktsq. (In Russian)
2. Vaysman E.D., Podlipskiy A.I. Universitetsko-promyshlennyye partnerstva v Rossii: bar'yery i perspektivy [University–Industry Partnerships in Russia: Barriers and Prospects] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika. – 2022. – No. 58. – P. 76–91. – DOI: 10.17223/19988648/58/5. (In Russian)
3. Golichenko O.G., Samovoleva S.A. Innovatsionnaya aktivnost' rossiyskikh predpriyatiy: bar'yery i stimuly [Innovative Activity of Russian Enterprises: Barriers and Incentives] // Voprosy ekonomiki. – 2021. – No. 3. – P. 5–25. – DOI: 10.32609/0042-8736-2021-3-5-25. (In Russian)
4. Golova I.M., Sukhovey A.F. Rol' klasterov v innovatsionnom razvitii regionov Rossii [The Role of Clusters in the Innovative Development of Russian Regions] // Ekonomika regiona. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – P. 48–60. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-1-04. (In Russian)
5. Kravchenko N.A., Gurieva M.A. Tekhnologicheskiy transfer v usloviyakh sanktsionnykh ogranicheniy [Technology Transfer under Sanctions Constraints] // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnyye otnosheniya. – 2021. – Vol. 65, No. 8. – P. 42–50. – DOI: 10.20542/0131-2227-2021-65-8-42-50. (In Russian)
6. Kuznetsov B.V., Simachev Yu.V., Chulok A.A. Innovatsionnoye razvitiye rossiyskikh kompaniy: tendentsii i faktory [Innovative Development of Russian Companies: Trends and Factors] // Rossiyskiy zhurnal menedzhmenta. – 2022. – Vol. 20, No. 2. – P. 183–205. – DOI: 10.21638/spbu18.2022.203. (In Russian)
7. Nikolayev M.V., Shestakova I.V. Vykhod inostrannykh kompaniy na rossiyskiy rynok: strategii i praktiki [Foreign Companies' Entry into the Russian Market: Strategies and Practices] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika. – 2023. – Vol. 39, No. 3. – P. 312–330. – DOI: 10.21638/spbu05.2023.302. (In Russian)
8. Polyakova A.G., Simarov V.N. Upravleniye innovatsionnoy deyatel'nost'yu na predpriyatiyakh Rossii [Managing Innovation Activities at Russian Enterprises] // Menedzhment v Rossii i za rubezhom. – 2022. – No. 4. – P. 25–34. (In Russian)
9. Sokolov D.V., Titov A.B. Tsifrovaya transformatsiya promyshlennosti Rossii: sostoyaniye i perspektivy [Digital Transformation of Russian Industry: State and Prospects] // Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii. – 2023. – No. 2. – P. 57–69. – DOI: 10.33293/1609-1442-2023-2-57-69. (In Russian)
10. Fedorova N.N., Yurkov A.V. Innovatsionnaya ekosistema Rossii: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya [Russia's Innovation Ecosystem: Current State and Development Prospects] // Innovatsii i investitsii. – 2024. – No. 1. – P. 12–22. (In Russian)
11. Khrustalev E.Yu., Larin S.N. Riski innovatsionnoy deyatel'nosti v rossiyskoy promyshlennosti [Risks of Innovation Activity in Russian Industry] // Problemy prognozirovaniya. – 2023. – No. 5. – P. 88–101. – DOI: 10.47711/0868-6351-196-88-101. (In Russian)
12. Shevchenko I.V., Veretennikova A.Yu. Mekhanizmy gosudarstvennoy podderzhki innovatsionnykh kompaniy v Rossii [Mechanisms of State Support for Innovative Companies in Russia] // Finansy i kredit. – 2024. – Vol. 30, No. 2. – P. 284–301. (In Russian)
13. Bobek V., Streltsov V., Horvat T. Policies for Improving the Efficiency of Innovative Clustering in an Emerging Market // New Topics in Emerging Markets / ed. by V. Bobek, T. Horvat. – London : IntechOpen, 2024. – P. 1–25. – DOI: 10.5772/intechopen.112150.
14. Buchaev Y.G., Abdulkadyrov A.S., Abdulmanapov S.G., Gadzhiev R.N., Abdullaeva Z.M. Managing Innovations and Digitalisation in the Age of Intellectual Machines: Challenges for the Economic Policy in Russian Regions // International Journal of Economic Policy in Emerging Economies. – 2024. – Vol. 19, No. 3/4. – P. 346–356. – DOI: 10.1504/IJEPEE.2024.139068.
15. Buckley P.J., Casson M. The Future of the Multinational Enterprise. – 3rd ed. – London : Palgrave Macmillan, 2021. – 245 p.
16. Burda E., Gavrikova E. Innovation Ecosystems in Developing Markets: Empirical Evidence from Russian Electric Power Industry // Technology Analysis & Strategic Management. – 2024. – Vol. 36, No. 7. – P. 1443–1460. – DOI: 10.1080/09537325.2022.2099263.
17. Demanova P. Analysis of Chinese Tech Companies Performance in the Russian Market. – Moscow : HSE University, 2025. – 89 p. (Master's Thesis)
18. Dezhina I.G., Ponomarev A.K. State Innovation Policy of Russia: New Priorities // Innovatsii. – 2022. – No. 5. – P. 15–25. (In Russian)
19. Flerko K. Adapting Dutch and Danish Firms' Strategies to Enter the Chinese Biotechnologies Market for Russian SMEs. – Moscow : HSE University, 2024. – 76 p. (Master's Thesis)

Управление жизненным циклом инновационных проектов в IT-компаниях

Миронова Виктория Андреевна
бакалавр, кафедра «Электроэнергетические, электромеханические и биотехнические системы», Национальный исследовательский университет «МАИ» (Московский авиационный институт), Mironova_v_34@mail.ru

Статья посвящена проблеме управления жизненным циклом инновационных проектов в IT-компаниях. Актуальность исследования обусловлена ростом российского рынка информационных технологий и усложнением процессов разработки программного обеспечения, для которых традиционные линейные модели управления проектами оказываются малопригодными. Цель статьи – анализ теоретических подходов к управлению жизненным циклом инновационных IT-проектов и разработка практико-ориентированной модели, объединяющей стадийную структуру управления с элементами гибких методологий. В работе рассмотрены классические модели жизненного цикла (PMBOK, PRINCE2, «ромб Фалькова – Островского», методика TPRL), специфические особенности IT-проектов как объекта управления, а также статистические данные об эффективности каскадного и гибкого (Agile) подходов, включая российскую и зарубежную практику. Предложена авторская пятистадийная модель управления жизненным циклом инновационного IT-проекта, сочетающая стадийный контроль на уровне портфеля с итеративной организацией разработки внутри отдельных стадий. Сформулированы практические рекомендации для менеджмента IT-компаний.

Ключевые слова: жизненный цикл проекта, инновационный проект, IT-компания, управление проектами, Agile, гибкие методологии, проектный менеджмент, портфель проектов.

Введение

Инновационная деятельность на протяжении последних десятилетий выступает основным источником экономического роста для стран, стремящихся сохранить конкурентоспособность в условиях ускоряющейся технологической конкуренции. Особое место среди отраслей, генерирующих инновации, занимает сфера информационных технологий: она не только производит новые программные продукты и цифровые сервисы, но и создаёт инфраструктурную основу для цифровой трансформации остальных секторов экономики. Эта тенденция отражена в статистике российского рынка информационных технологий: по итогам 2025 года его объём достиг 3,86 трлн рублей при темпе роста порядка 18% к предыдущему году, из них на программное обеспечение пришлось 1,49 трлн рублей, а на ИТ-услуги – 1,4 трлн рублей; вклад отрасли в валовой внутренний продукт страны превысил 2,2% [1]. Одновременно с ростом рынка усложняется и сам процесс создания IT-продукта: разработка программного обеспечения сочетает высокую неопределённость технических решений, быструю смену требований заказчика и необходимость интеграции множества специализированных компетенций, что делает традиционные, линейные модели управления проектами малопригодными для этой сферы. В связи с этим управление жизненным циклом инновационного IT-проекта, то есть последовательностью стадий от зарождения идеи до вывода продукта на рынок и его последующего сопровождения, приобретает статус самостоятельной управленческой задачи, требующей сочетания классических инструментов проектного менеджмента с гибкими методологиями разработки. Целью настоящей статьи является анализ теоретических подходов к управлению жизненным циклом инновационных проектов в IT-компаниях и разработка практико-ориентированной модели, объединяющей стадийную структуру управления с элементами гибких методологий.

Основная часть

Понятие жизненного цикла проекта в теории проектного менеджмента обозначает совокупность последовательных стадий, которые проходит проект от момента инициации до завершения и достижения запланированного результата. В соответствии с методикой оценки стоимости жизненного цикла инновационного проекта, предложенной для высокотехнологичных изделий, принято выделять укрупнённые стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), производства и реализации продукта; каждая из этих стадий обладает собственной структурой затрат и требует отдельного инструментария оценки [2]. Практическая ценность такого деления состоит в том, что оно позволяет рассчитывать не только суммарную стоимость жизненного цикла, но и её распределение по стадиям, этапам и годам реализации, а также прогнозировать срок окупаемости проекта уже на ранних этапах планирования [2]. Подобное укрупнённое деление применимо не только к материальным изделиям, но и к нематериальным продуктам, к числу которых относится программное обеспечение, с той оговоркой, что стадия «производства» в IT-проекте фактически представляет собой процесс разработки и тестирования кода, а не изготовление физического изделия.

Более развёрнутые модели жизненного цикла представлены в международных стандартах проектного управления – PMBOK, PRINCE2, ICB IPMA, – однако для сложных технологических проектов эти стандарты нередко дополняются отраслевыми методиками. Так, применительно к проектам, реализуемым при поддержке научно-образовательных центров, используется модель «ромб Фалькова – Островского», выделяющая четыре последовательные фазы: исследование, инновации, технологическое предпринимательство и рынки [3]. В сочетании с методикой TPRL (Technology Project Readiness Level) данная модель позволяет не только определить текущую стадию развития проекта, но и диагностировать узкие места, сдерживающие переход к следующей фазе. Методика оценивает уровень готовности проекта по шести параметрам – технологической (TRL), производственной (MRL), инженерной (ERL), рыночной (CRL) и организационной (ORL) готовности, а также готовности с точки зрения преимуществ, рисков и интеллектуальной собственности (BRL), – каждый из которых измеряется по единой шкале от 1 до 9. Соотнесение фаз жизненного цикла с уровнями готовности выглядит следующим образом: фазе «Исследование» соответствуют 1–2 уровни, фазе «Инновации» – 3–5 уровни, фазе «Технологическое предпринима-

тельство» – 6–8 уровни, а завершающей фазе «Рынки» – девятый, итоговый уровень готовности [3]. Такой синтез стадийной структуры с системой измеримых индикаторов готовности представляет собой значимый методический ориентир и для управления жизненным циклом в сфере информационных технологий, поскольку позволяет формализовать переход от одной стадии разработки к другой на основе объективных критериев, а не субъективного решения отдельного менеджера проекта.

Информационные технологии как отрасль обладают рядом характеристик, которые отличают управление жизненным циклом IT-проекта от управления проектами в других сферах инновационной деятельности. Разнородность отрасли подтверждается её структурой: помимо разработки программного обеспечения она включает предоставление IT-услуг, производство аппаратного обеспечения, информационную безопасность, отраслевые решения и цифровые платформы, при этом ключевая роль в этой структуре принадлежит именно проектам разработки software [4]. Среди наиболее значимых особенностей IT-проектов, влияющих на организацию процессов планирования, обеспечения качества и контроля на каждой стадии жизненного цикла, можно выделить следующие [4]:

1. индивидуальный характер выполняемых работ – даже типовые технологические решения требуют существенной адаптации под условия конкретного заказчика;

2. специфичность предметной области – заказчик зачастую не в состоянии самостоятельно и точно сформулировать требования к результату, что порождает риск расхождения ожиданий на стадии приёмки продукта;

3. интеллектуальная сложность и комплексность IT-услуг – современные продукты сочетают базовый функционал с элементами анализа данных, машинного обучения и интеграции с внешними системами;

4. функциональная разнородность работ, требующая параллельного участия нескольких узкоспециализированных команд – разработчиков, тестировщиков, специалистов по инфраструктуре и по пользовательскому интерфейсу;

5. необходимость корректировки задач в процессе реализации проекта – исходные требования часто пересматриваются по мере появления новой информации об условиях эксплуатации продукта;

6. возможность поэтапного запуска отдельных модулей в эксплуатацию, что позволяет заказчику получать промежуточную ценность до завершения проекта в целом, но одновременно создаёт дополнительную нагрузку на процессы управления изменениями.

Перечисленные особенности означают, что качество управления IT-проектом не сводится к качеству итогового программного продукта, а должно рассматриваться как совокупность трёх взаимосвязанных компонентов: качества выходного продукта, качества выполняемых работ и качества самого процесса управления проектом [4]. При этом именно на ранних стадиях жизненного цикла – при определении границ и содержания проекта – закладываются предпосылки для управления качеством на всех последующих этапах, включая разработку, тестирование и передачу продукта в эксплуатацию. Так, индивидуальный характер работ требует контроля соответствия результата требованиям заказчика уже на стадии планирования содержания проекта, тогда как функциональная разнородность работ обусловливает необходимость отдельных процедур согласования между узкоспециализированными командами на стадии распределения ресурсов и составления расписания [4]. Игнорирование этой взаимосвязи на практике нередко приводит к тому, что причиной недостижения ожидаемого качества конечного продукта или роста затрат становится не столько сама разработка, сколько недостатки процесса управления проектом в целом [4].

В управлении жизненным циклом IT-проектов исторически сложились два подхода к организации стадий разработки – каскадный (waterfall) и гибкий (Agile). Каскадная модель предполагает строго последовательное прохождение этапов: анализ требований, проектирование, разработка, тестирование, внедрение, – при этом переход к следующему этапу возможен только после завершения и документального закрепления предыдущего [5]. Такая организация обеспечивает предсказуемость планирования, но плохо приспособлена к ситуациям, когда содержание проекта на старте определено не полностью, а именно эта ситуация типична для инновационных IT-проектов в силу описанных выше особенностей предметной области.

Необходимость изучения альтернативных подходов подтверждается следующими данными: 97% организаций считают управление проектами решающим фактором успеха компании, однако в среднем 43% организаций сталкивались с опытом неуспешного проекта [5]. Показательным историческим свидетельством рисков каскадной модели служит расчёт, согласно которому уже в 1995 году американские компании потеряли порядка 81 млрд долларов на неуспешных проектах разработки программного обеспечения из-за реализовавшихся рисков [5]. В качестве альтернативы каскадной модели с 2001 года получила распространение гибкая методология Agile, в основе которой лежат четыре принципа, сформулированные в манифесте разработчиков программного обеспечения:

1. люди и их взаимодействие важнее процессов и инструментов;

2. работающий программный продукт важнее исчерпывающей документации;

3. взаимодействие с заказчиком важнее согласования условий контракта;

4. готовность к изменениям важнее строгого следования первоначальному плану [5].

Два подхода различаются практически по всем предметным областям проектного управления – от постановки цели до управления рисками и коммуникациями. Так, в области управления содержанием проекта гибкий подход предполагает регулярное уточнение и обновление содержания на протяжении всего жизненного цикла вместо однократной детальной проработки базового плана; в области управления рисками – распределение риска между заказчиком и исполнителем на каждой итерации, а не единовременную оценку рисков на старте проекта; в области управления коммуникациями – частые и короткие контакты с командой и заинтересованными сторонами взамен формализованной, но редкой отчётности [5]. Обобщённое сопоставление двух подходов по ключевым параметрам управления представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение каскадного и гибкого подходов к управлению жизненным циклом IT-проекта

Параметр управления	Каскадный подход	Гибкий подход (Agile)
Постановка цели	Достижение промежуточных этапов проекта	Реализация функционала для конечного пользователя
Планирование	Детальный план на весь жизненный цикл	Итеративное планирование короткими циклами (спринтами)
Реакция на изменения	Внесение изменений затруднено и требует пересмотра плана	Изменения учитываются на каждой итерации
Контроль качества	Проверка качества преимущественно на завершающих стадиях	Регулярные проверки качества на каждой итерации
Роль заказчика	Согласование требований на старте проекта	Постоянное взаимодействие на протяжении всего цикла

Практическая значимость выбора модели жизненного цикла подтверждается количественными данными. По оценкам аналитического агентства Ambysoft, сопоставившего эффективность подходов на американском рынке IT-проектов, доля успешно завершённых проектов при использовании гибких методологий составила 65% против 50% при использовании традиционных подходов, а доля проектов, завершившихся неудачей, – 10% против 20% соответственно [5]. При этом гибкие методологии ориентированы прежде всего на команды численностью не более 10–15 человек, поскольку в основе подхода лежит плотное персональное взаимодействие участников, – данное ограничение необходимо учитывать при масштабировании гибких практик на крупные IT-проекты [5]. Применительно к российской практике аналогичный эффект зафиксирован при переходе конкретной организации на гибкую методологию: по итогам внедрения Agile при разработке информационной системы бюджет проекта сократился на 19 процентных пунктов, а длительность реализации – на 50 процентных пунктов относительно показателей каскадной модели [5].

Распространённость гибких методологий на российском IT-рынке имеет устойчивую положительную динамику. По данным ежегодных отчётов «Исследование Agile в России», которые готовит компания ScrumTrek и которые охватывают 1089 российских компаний, число организаций, применяющих методологию Agile при управлении проектами, увеличивается на 6–8% в год [6]. При этом наибольший эффект от внедрения гибких методологий компании фиксируют в управлении меняющимися приоритетами и в повышении прозрачности ведения бизнеса, тогда как ожидания в отношении роста качества готового продукта оправдываются в меньшей степени, чем прогнозировалось на старте внедрения [6]. Этот факт имеет практическое значение для менеджмента: гибкая методология сама по себе не гарантирует повышения качества продукта, если процессы обеспечения качества не выстроены как самостоятельный контур управления на каждой стадии жизненного цикла, – вывод, согласующийся с приведённой выше характеристикой особенностей IT-проектов [4]. Отдельно стоит отметить, что инфраструктурная поддержка гибких методологий в России также приобрела национальную специфику: после ухода зарубежных систем управления задачами с

российского рынка их место заняли отечественные решения, в частности «Яндекс Трекер», используемый для планирования спринтов, распределения задач и контроля загрузки команды на протяжении итеративной стадии жизненного цикла проекта [6].

Отдельного внимания заслуживает опыт перехода конкретных российских компаний на гибкую методологию управления. Так, при внедрении Agile-подхода в проектную деятельность разработчика программного обеспечения для электронного документооборота – АО «Калуга Астрал» – были определены инструменты адаптации фреймворка Scrum к сложившейся организационной структуре и разработан пошаговый план перехода от каскадной модели к итеративной разработке [7]. Полная Agile-трансформация в масштабах крупной компании потребовала до трёх лет и была разбита на пять последовательных этапов: формирование команды лидеров и агентов изменений; определение целевого состояния и бизнес-метрик, в том числе с использованием системы OKR (Objectives and Key Results); изменение организационной структуры в сторону проектных кросс-функциональных команд; обучение сотрудников принципам гибкой методологии; переопределение ролей и зон ответственности в соответствии со Scrum [7]. Среди конкретных изменений на командном уровне – переход с непостоянного ритма разработки на фиксированные двухнедельные спринты без прерываний и отказ от системы индивидуальных KPI в пользу метрик, привязанных к достижению общих проектных целей [7]. Ключевым элементом такого перехода стало не формальное внедрение ритуалов Scrum, а последовательная работа с организационной культурой компании и обучение сотрудников новым принципам взаимодействия с заказчиком, поскольку именно на этом уровне смещается роль менеджера проекта – от контроля отдельных операций к фокусировке на потребностях заказчика и передаче полномочий команде разработки [7].

Помимо выбора методологии, на эффективность управления жизненным циклом IT-проекта влияет качество организации сопутствующих бизнес-процессов – вспомогательных, управленческих и процессов развития, сопровождающих основной процесс разработки продукта. По результатам исследования, посвящённого систематизации бизнес-процессов высокотехнологичных проектов по стадиям жизненного цикла, предложена восьмистадийная модель – от инициации проекта и исследования с проектированием до подготовки производства, собственно производства, тестирования и сертификации, поставки и эксплуатации, послепродажного обслуживания и, наконец, модернизации продукта [8]. Установлено, что стандартизация и цифровизация повторяющихся процессов способна повысить производительность на 25–35% и сократить сроки реализации проектов; для сопоставления – внедрение современных инструментов автоматизированного проектирования сокращает сроки разработки технической документации на 40–45% [8]. Среди факторов, снижающих эффективность управления сложными проектами, в том числе IT-проектами, называются сложная организационная структура, неясное распределение ролей и дублирование операций – на эти причины указали около 40% опрошенных экспертов в отраслевом исследовании 2023 года [8]. Дополнительным барьером выступает состояние технологической инфраструктуры: порядка 60% компаний сталкиваются со сложностями обеспечения бесперебойной работы IT-инфраструктуры, что напрямую отражается на стадиях производства и тестирования продукта в рамках жизненного цикла [8].

Зрелость управления жизненным циклом IT-проекта определяется не только методологией разработки, но и степенью формализации сопутствующих процессов – от планирования ресурсов до управления изменениями. Особую роль играют так называемые «стыковые» процессы, обеспечивающие переход между стадиями жизненного цикла, например от проектирования к производству или от тестирования к внедрению: именно на этих стыках, по имеющимся оценкам, концентрируется значительная доля потерь времени и ресурсов [8].

Управление жизненным циклом отдельного IT-проекта не может рассматриваться изолированно от управления портфелем инновационных проектов компании в целом. Согласно оценкам, приведённым в исследовании, посвящённом формированию сбалансированного портфеля инновационных проектов, около 85–90% инновационных инициатив представляют собой относительно небольшие проекты с ограниченным вкладом в рост компании, тогда как немногочисленные крупные проекты, способные обеспечить качественный технологический скачок, сопряжены с повышенным уровнем риска [9]. Из этого следует важный для IT-компаний вывод: чрезмерная концентрация ресурсов на низкорисковых проектах с предсказуемым, но ограниченным эффектом снижает потенциал долгосрочного развития компании, тогда как диверсификация портфеля по типам инноваций – от постепенных улучшений существующих продуктов до принципиально новых решений – способствует устойчивости компании к изменениям рыночной и технологической среды [9].

Помимо диверсификации, значимую роль играет переход от однокритериальной оценки проектов, ориентированной преимущественно на финансовые показатели, к многокритериальной оценке, учитывающей также технологическую новизну, ресурсную обеспеченность и стратегическую значимость инициативы; такой переход снижает риск ошибочного отклонения перспективных, но не самых очевидных с финансовой точки зрения проектов [9].

Применительно к управлению жизненным циклом это означает, что решения о переходе проекта от одной стадии к другой целесообразно принимать не только на основании готовности самого проекта, но и с учётом его места в общем портфеле инициатив компании, включая доступность ресурсов и соответствие стратегическим приоритетам. В качестве конкретного управленческого инструмента для стадии инициации проекта рекомендуется формирование так называемого «инновационного тезиса» – документа, фиксирующего ключевые направления и приоритеты инновационной деятельности компании и обеспечивающего дисциплину инвестирования при отборе новых инициатив [9]. Такой подход требует внедрения регулярного мониторинга портфеля и механизма перераспределения ресурсов между проектами по мере изменения внешних условий [9].

Обобщение рассмотренных теоретических подходов позволяет сформулировать ряд требований к модели управления жизненным циклом инновационного проекта в IT-компании. Модель должна сочетать стадийную структуру, обеспечивающую контроль ключевых показателей проекта и его соответствия портфельным приоритетам компании, с итеративной организацией работ внутри каждой стадии, необходимой для учёта высокой степени неопределённости, характерной для разработки программного обеспечения. Близкий по логике подход предложен для промышленных предприятий в виде многоуровневой алгоритмической модели, объединяющей системный подход, методологию с обратной связью (Agile) и элементы дизайн-мышления, с выделением трёх уровней управления – стратегического, функционального и оперативного – и введением отдельного этапа послепроектного мониторинга, обеспечивающего оценку эффективности масштабирования и коммерциализации инновации [10]. На функциональном уровне данной модели предусмотрен выбор одной из четырёх форм создания инновации: самостоятельная разработка с привлечением корпоративной инфраструктуры, совместная разработка с привлечением внешней инфраструктуры, привлечение стороннего инновационного предложения или приобретение готовой инновации по патенту либо лицензии [10]; накопленный по каждому проекту опыт, в свою очередь, предлагается фиксировать на единой цифровой платформе управления знаниями – по аналогии с платформой «Открытые инновации» – для последующего использования при инициации новых проектов [10]. Данная логика может быть адаптирована к специфике IT-компаний с учётом описанных выше отраслевых особенностей.

Предлагаемая ниже модель сознательно ограничена пятью укрупнёнными стадиями: более дробное деление, применяемое, например, для проектов с длительным жизненным циклом в тяжёлой промышленности, оправдано протяжённостью и капиталоёмкостью производственного цикла [8], тогда как для IT-проектов, где основной объём неопределённости сосредоточен внутри стадии непосредственной разработки, целесообразнее укрупнить стадии, предшествующие и следующие за разработкой, сохранив при этом чёткое разделение уровней ответственности за принимаемые решения. Каждая из пяти стадий, представленных в таблице 2, имеет собственный набор управленческих инструментов и показателей контроля.

Таблица 2

Модель управления жизненным циклом инновационного IT-проекта

Стадия жизненного цикла	Ключевая задача стадии	Управленческие инструменты	Уровень управления
1. Инициация и оценка портфельной ценности	Проверка соответствия идеи стратегии компании и портфелю проектов, выбор формы создания продукта	Инновационный тезис, экспертная оценка, выбор из четырёх форм создания инновации, оценка ресурсной обеспеченности	Стратегический
2. Предпроектное планирование	Формирование границ и содержания проекта, требований к качеству	Бизнес-план, декомпозиция работ, программа обеспечения качества, критерии готовности по TPRL	Функциональный
3. Итеративная разработка	Создание продукта короткими циклами с постоянной обратной связью от заказчика	Спринты фиксированной длительности, регулярные проверки качества, цифровые системы управления задачами	Оперативный

4. Поэтапное внедрение	Контролируемый запуск отдельных модулей продукта в эксплуатацию	Процедуры управления изменениями, мониторинг эксплуатационных показателей	Функциональный
5. Послепроектный мониторинг	Оценка эффективности коммерциализации и накопление управленческого опыта	Анализ ключевых показателей проекта, платформа накопления знаний для портфеля будущих инициатив	Стратегический

Отличительной чертой предлагаемой модели является совмещение двух логик контроля. С одной стороны, переход между стадиями 1, 2, 4 и 5 организован по стадийному, близкому к каскадному, принципу и предполагает формальное подтверждение готовности проекта к следующему этапу. С другой стороны, стадия 3, на которую приходится основной объём работ по созданию продукта, организована по итеративному принципу и допускает многократное уточнение содержания в рамках границ, согласованных на предыдущей стадии. Такое сочетание позволяет сохранить управляемость портфеля инновационных проектов компании, что особенно значимо для менеджмента как управленческой специальности, поскольку решения о финансировании и сроках принимаются именно на уровне стадий, не жертвуя при этом гибкостью, необходимой для управления неопределённостью на уровне отдельных задач разработки.

С учётом рассмотренных теоретических положений и статистических данных можно сформулировать ряд практических рекомендаций для менеджмента IT-компаний по управлению жизненным циклом инновационных проектов:

1. закреплять критерии перехода между стадиями жизненного цикла в виде измеримых показателей готовности, а не оставлять это решение на усмотрение отдельного руководителя проекта;

2. выстраивать управление качеством как самостоятельный процесс, охватывающий продукт, работы и сам процесс управления проектом, а не сводить его к финальному тестированию;

3. стандартизировать повторяющиеся вспомогательные и управленческие процессы, в первую очередь на стыках между стадиями жизненного цикла, поскольку именно там сосредоточена значительная часть организационных потерь;

4. рассматривать решения по отдельному проекту в контексте портфеля инновационных инициатив компании, обеспечивая баланс между низкорисковыми и потенциально прорывными проектами;

5. развивать компетенции проектных команд в области как гибких методологий разработки, так и классических инструментов проектного менеджмента, поскольку эффективное управление жизненным циклом требует владения обоими подходами.

Заключение

Проведённое рассмотрение теоретических подходов и статистических данных позволяет заключить, что для сферы информационных технологий не существует единственно верной модели организации проектных стадий: ни строго последовательный, ни полностью гибкий подход по отдельности не учитывают одновременно потребность компании в предсказуемом контроле портфеля инициатив и потребность проектных команд в адаптивности к меняющимся требованиям. Специфические особенности IT-проектов – индивидуальный характер работ, интеллектуальная сложность, функциональная разнородность и возможность поэтапного внедрения продукта – делают целесообразным сочетание стадийной структуры контроля с итеративной организацией процесса разработки. Предложенная в статье пятистадийная модель, разграничивающая стратегический, функциональный и оперативный уровни управления, синтезирует рассмотренные теоретические положения и может служить основой для формирования внутрикорпоративных регламентов управления проектами в IT-компаниях. Дальнейшие исследования целесообразно связывать с эмпирической апробацией предложенной модели на материалах конкретных российских IT-компаний.

Литература

1. ИТ-рынок России превысит 6,7 трлн руб. к 2030 г. // ComNews. – 2026. – URL: https://www.comnews.ru/content/244234/2026-03-16/2026-w12/1010/it-rynok-rossii-prevysit-67-trln-rub-k-2030-g (дата обращения: 01.07.2026).

2. Сикриер А. В., Тупицын А. В., Семина А. П. Проведение оценки стоимости жизненного цикла инновационного проекта высокотехнологичного изделия // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5 (2). – С. 360–372.

3. Новосад В. М., Дзензелюк Н. С., Самсонова Т. О. Жизненный цикл сложных технических проектов: от исследований до коммерциализации // Финансовые рынки и банки. – 2025. – № 5. – С. 104–109.

4. Власова Т. И. Особенности управления качеством в инновационных IT-проектах // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. – 2020. – № 3. – С. 61–72.

5. Ляндау Ю. В., Буткевич А. С. Особенности управления ИТ-проектами // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 147–154.

6. Лапицкий К. В., Краковецкая И. В. Гибкие методы управления проектами: эффективность применения и перспективы внедрения // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 117–130.

7. Чаусов Н. Ю., Короходкина Ю. И. Применение проектной методологии Agile в ИТ-менеджменте на примере АО «Калуга Астрал» // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 6-2. – С. 237–241.

8. Павлов И. Б. Классификация бизнес-процессов проектов по стадиям жизненного цикла // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 2 (58). – С. 761–764.

9. Иваев М. И., Товышева А. П. Формирование сбалансированного портфеля инновационных проектов с учетом стратегической гибкости и рисков // Индустриальная экономика. – 2026. – № 2. – С. 61–67.

10. Каримов Р. И. Формирование многоуровневой модели управления инновационными проектами на промышленных предприятиях // Дискуссия. – 2025. – № 8 (141). – С. 165–171.

Management of the life cycle of innovative projects in it companies

Mironova V.A.
Moscow Aviation Institute (National Research University)

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article addresses the problem of managing the life cycle of innovative projects in IT companies. The relevance of the study stems from the growth of the Russian information technology market and the increasing complexity of software development processes, for which traditional linear project management models prove poorly suited. The purpose of the article is to analyze theoretical approaches to managing the life cycle of innovative IT projects and to develop a practice-oriented model combining a staged management structure with elements of agile methodologies. The article examines classical life-cycle models (PMBOK, PRINCE2, the Falkov-Ostrovsky rhombus, the TPRL methodology), the specific features of IT projects as an object of management, and statistical data on the effectiveness of waterfall and Agile approaches, including Russian and international practice. An original five-stage model for managing the life cycle of an innovative IT project is proposed, combining stage-based portfolio control with iterative development organization within individual stages. Practical recommendations for the management of IT companies are formulated.

Keywords: project life cycle, innovative project, IT company, project management, Agile, flexible methodologies, project portfolio.

References

1. IT Market in Russia to Exceed 6.7 Trillion Rubles by 2030 // ComNews. – 2026. – URL: https://www.comnews.ru/content/244234/2026-03-16/2026-w12/1010/it-rynok-rossii-prevysit-67-trln-rub-k-2030-g (accessed: 01.07.2026).

2. Sikrier A. V., Tupitsyn A. V., Semina A. P. Life Cycle Cost Assessment of an Innovative High-Tech Product Project // Moscow Economic Journal. – 2018. – No. 5 (2). – Pp. 360–372.

3. Novosad V. M., Dzenzeliuk N. S., Samsonova T. O. Life Cycle of Complex Technical Projects: From Research to Commercialisation // Financial Markets and Banks. – 2025. – No. 5. – Pp. 104–109.

4. Vlasova T. I. Features of Quality Management in Innovative IT-Projects // Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics. – 2020. – No. 3. – Pp. 61–72.

5. Lyandau Yu. V., Butkevich A. S. Specific Management of IT-Projects // Plekhanov Russian University of Economics Bulletin. – 2023. – Vol. 20, No. 3. – Pp. 147–154.

6. Lapitskiy K. V., Krakovetskaya I. V. Agile Project Management Tools: Application Efficiency and Implementation Prospects // Journal of Economics, Entrepreneurship and Law. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 117–130.

7. Chausov N. Yu., Korokhodkina Yu. I. Application of Agile Project Methodology in IT Management on the Example of JSC «Kaluga Astral» // Economy and Business: Theory and Practice. – 2022. – No. 6-2. – Pp. 237–241.

8. Pavlov I. B. Classification of Business Processes of Projects by Life Cycle Stages // Natural-Humanitarian Studies. – 2025. – No. 2 (58). – Pp. 761–764.

9. Ivaev M. I., Tovysheva A. P. Formation of a Balanced Portfolio of Innovative Projects Taking into Account Strategic Flexibility and Risks // Industrial Economics. – 2026. – No. 2. – Pp. 61–67.

10. Karimov R. I. Formation of a Multi-Level Management Model for Innovative Projects in Industrial Enterprises // Diskussiya [Discussion]. – 2025. – No. 8 (141). – Pp. 165–171.

Парфюмерный стартап: инновационные стратегии на пути от MVP до масштабирования

Овчинников Максим Олегович
аспирант, предпринимательства и конкуренции, Московский университет «Синергия», maksimovchinnikov2020@mail.ru

Предмет статьи – стратегии развития парфюмерного стартапа на траектории от минимально жизнеспособного продукта к масштабируемой бизнес-модели. Актуальность связана с изменением структуры парфюмерно-косметического рынка, ростом отечественных брендов, усилением требований к качеству, цифровым продажам и доказательной коммуникации с потребителем. Научная новизна выражена в соединении логики стартап-менеджмента, маркетинговой оценки масштабирования, разработки нового косметического продукта, брендирования и производственного контроля применительно к парфюмерному проекту ранней стадии. Цель исследования – определить инновационные стратегии, которые позволяют парфюмерному стартапу перейти от MVP к устойчивому росту. Применены анализ научных публикаций, сравнительный анализ, классификация, логико-аналитический разбор и синтез. Корпус источников охватывает исследования по стартапам, масштабированию, рынку парфюмерии и косметики, созданию нового продукта, брендингу, цифровому продвижению и качеству продукции. Практическая полезность результатов состоит в формировании последовательной модели управленческих решений для малого парфюмерного бренда.

Ключевые слова: парфюмерный стартап, MVP, масштабирование, нишевая парфюмерия, инновационная стратегия, косметический рынок, брендирование, цифровые продажи, product-market fit, качество продукции.

Введение

Парфюмерный стартап развивается на пересечении технологического предпринимательства, креативной индустрии, химико-технологического производства, сенсорного маркетинга и цифровой торговли. Для такого проекта недостаточно вывести на рынок малую партию аромата: предпринимательская модель требует проверки спроса, расчета емкости ниши, контроля сырья, упаковки, качества, потребительского опыта и каналов продвижения. Ошибка на ранней стадии способна привести к накоплению нереализованных запасов, репутационным потерям и финансовой перегрузке команды.

Актуальность темы усиливает изменение парфюмерно-косметического рынка. Уход части зарубежных брендов, расширение отечественного ассортимента, рост онлайн-торговли, внимание к экологичности, цифровым сервисам и персонализированным коммуникациям формируют для новых брендов благоприятное окно входа. При этом конкуренция усиливается: покупатель сравнивает аромат, упаковку, историю бренда, цену, стойкость, безопасность, визуальную подачу и удобство покупки. Стартапу приходится выстраивать стратегию не после выпуска продукта, а до масштабирования, когда еще сохраняется возможность менять формулу, формат, коммуникацию и экономику партии.

Цель исследования – определить инновационные стратегии развития парфюмерного стартапа на пути от MVP до масштабирования.

Задачи исследования: раскрыть рыночные и организационные предпосылки запуска парфюмерного стартапа; обосновать переход от MVP к проверенной продуктово-рыночной модели с учетом качества, бренда и цифровых продаж; определить направления масштабирования парфюмерного стартапа при ограниченных ресурсах, высокой конкуренции и зависимости от потребительского восприятия.

Научная новизна выражена в аналитической сборке разрозненных подходов к стартапам, масштабированию, косметическому рынку, созданию нового продукта и брендингу в единую модель решений для парфюмерного проекта. В центре анализа находится не абстрактная инновация, а конкретная траектория: идея аромата – MVP – первичная проверка спроса – корректировка продукта – брендовая дифференциация – каналы продаж – подготовка к росту.

Материалы и методы

Материалом послужили русскоязычные научные публикации 2021–2025 гг., подобранные с учетом требований задания по структуре статьи и использованию десяти источников. Г.Л. Азоев и Е.В. Сумарокова [1] исследовали маркетинговую поддержку масштабирования инновационного стартапа через параметры емкости рынка, рыночной доли и рентабельности. Д.А. Алексеева, А.Д. Журавлёва, Т.Ю. Филиппова и Х.А. Невмятуллина [2] рассмотрели перспективное планирование качества на парфюмерно-косметическом предприятии. М.В. Ковшова и А.А. Шелапутин [3] описали применение инновационных технологий и высокотехнологичного оборудования в производстве экологичной косметики. А.Н. Новиков [4] обобщил стратегии масштабирования стартапов в цифровой среде, уделив внимание автоматизации, данным, гибким методикам и партнерствам. П.А. Сатаев и К.А. Соловейчик [5] уточнили понятие стартапа, его признаки, связь с инновацией, риском, временным состоянием и потенциалом роста. Н.Г. Суетина [6] раскрыла инструменты создания нового косметического продукта в условиях импортозамещения. Ю.П. Суркина [7] провела комплексный анализ парфюмерно-косметического рынка России, его динамики, спроса и конкурентной среды. Т.Л. Сысоева и И.В. Агафонова [8] изучили трансформацию брендинга в розничном сегменте парфюмерии и косметики. Д.А. Хроленко [9] предложил модель инновационного сервиса онлайн-консультанта для интернет-магазинов косметики. Э.Ш. Шаймиева и Г.И. Гумерова [10] рассмотрели стартапы креативных индустрий, их характеристики и направления программ развития.

В работе применены анализ научных публикаций, сравнительный анализ, обобщение, классификация, логико-аналитический разбор и синтез. Анализ позволил выделить содержательные группы источников; сравнение – сопоставить подходы к стартапу, рынку, продукту и бренду; классификация – развести решения по стадиям MVP, проверки спроса и масштабирования; синтез – выстроить аналитическую модель развития парфюмерного стартапа без экспериментального блока.

Результаты

Парфюмерный стартап следует рассматривать не как малое производство ароматов, а как временную предпринимательскую систему, ориентированную на поиск воспроизводимой и масштабируемой модели. В этом смысле продуктивным служит подход П.А. Сатаева и К.А. Соловейчика, где стартап описан через инновационность, риск, малый срок существования, ограниченный размер и потенциал дальнейшего роста [5]. Для парфюмерного проекта эти признаки приобретают прикладное содержание: инновация выражается не обязательно в лабораторно новой молекуле, а в оригинальной комбинации аромата, упаковки, истории бренда, цифрового канала продаж, персонализации и сервисного сопровождения. Риск связан с высокой субъективностью восприятия запаха, сезонностью спроса, ограниченной возможностью онлайн-тестирования и зависимостью от повторной покупки.

На стадии идеи стартап работает с гипотезой ценности. В парфюмерии такой гипотезой выступает предположение о том, что определенная аудитория сочтет аромат, цену, формат флакона и коммуникацию достаточно привлекательными для первой покупки и повторного обращения. MVP в данной сфере не сводится к «черновой» версии продукта, поскольку парфюмерная продукция требует соблюдения норм безопасности, стабильности композиции, корректной маркировки и контроля качества. Минимальность MVP выражается не в снижении требований к продукту, а в ограничении партии, узкой аудитории тестирования, лаконичной линейке, контролируемом числе каналов продаж и быстром сборе обратной связи.

Разработка MVP требует согласования маркетингового брифа, формулы, упаковки, цены и обещания бренда. Н.Г. Суетина описывает создание нового косметического продукта через последовательные действия, где исходным пунктом служит маркетинговое задание, задающее категорию продукта, функцию, запах, текстуру, формат упаковки и иные параметры [6]. Для парфюмерного стартапа такой бриф выполняет функцию управленческого фильтра: он переводит творческую идею аромата в проектное задание для парфюмера, технолога, дизайнера, поставщика флаконов и специалиста по продажам. Без этого перехода возрастает риск разрыва между образом бренда и фактическим продуктом.

Проверка спроса в парфюмерном MVP требует сочетания количественных и качественных данных. Первая продажа показывает наличие интереса, но не раскрывает глубину потребительской привязанности. Для оценки перспективы требуются повторные покупки, отзывы о стойкости и шлейфе, реакция на упаковку, готовность рекомендовать аромат, возвраты, претензии, динамика продаж пробников и полноразмерных флаконов. Ю.П. Суркина, анализируя российский парфюмерно-косметический рынок, выделяет тенденции и факторы спроса, влияющие на его состояние и потенциал роста [7]. Для стартапа такие данные задают рамку позиционирования: массовый сегмент требует ценовой рациональности, нишевая парфюмерия опирается на уникальность образа, а средний сегмент вынуждает соединять приемлемую цену с доказуемым качеством.

Качество в парфюмерном стартапе нельзя отложить до стадии масштабирования. Д.А. Алексеева, А.Д. Журавлёва, Т.Ю. Филиппова и Х.А. Невмятуллина связывают повышение эффективности парфюмерно-косметического предприятия с перспективным планированием качества и предупреждением дефектов на ранних стадиях [2]. Для MVP это означает, что даже малая партия нуждается в документированной логике контроля: проверке сырья, стабильности композиции, совместимости продукта с упаковкой, точности дозирования, оценке внешнего вида, маркировке и фиксации претензий. Если команда тестирует рынок продуктом с нестабильным качеством, она получает искаженные данные: покупатель реагирует не на концепцию бренда, а на дефекты партии.

Инновационная стратегия парфюмерного стартапа складывается из трех взаимосвязанных направлений: продуктового, производственного и рыночного. Продуктовое направление связано с выбором ароматической концепции, набора SKU, пробников, тревел-формата, лимитированных выпусков и вариантов персонализации. Производственное направление задает требования к сырью, оборудованию, контрактному производству, упаковке, контролю качества и устойчивости поставок. Рыночное направление охватывает позиционирование, каналы продаж, визуальную коммуникацию, сервис и формирование повторного спроса. М.В. Ковшова и А.А. Шелапутин подчеркивают значение инновационных технологий, автоматизации, высокотехнологичного оборудования и экологических стандартов в производстве косметики [3]. В парфюмерном стартапе эти решения особенно значимы при переходе от ручной сборки малых партий к стабильному выпуску.

Брендинг в парфюмерии имеет самостоятельную экономическую нагрузку. Покупатель приобретает не химическую смесь в нейтральной емкости, а обещание определенного образа, настроения, эстетики и социального сигнала. Т.Л. Сысоева и И.В. Агафонова рассматривают розничный сегмент парфюмерии и косметики как высококонкурентную среду, где брендовый капитал и маркетинговые коммуникации влияют на продвижение [8]. Для стартапа это означает, что брендовая стратегия должна формироваться до расширения ассортимента. На ранней стадии требуется определить, что именно отличает бренд: локальное происхождение, авторская парфюмерная школа, минималистичная эстетика, экологичная упаковка, персональные истории ароматов, доступная нишевость или эмоциональная близость к аудитории.

Цифровые продажи создают для парфюмерного стартапа одновременно канал быстрого входа и зону ограничений. В отличие от ухода за кожей или декоративной косметики, аромат трудно оценить через экран. Поэтому интернет-магазин, маркетплейс или социальная сеть нуждаются в сервисных механизмах снижения неопределенности: пробниках, наборах discovery set, описании пирамиды аромата простым языком, сравнении с настроениями и ситуациями использования, консультации, прозрачной политике возврата. Д.А. Хроленко предлагает модель онлайн-консультанта для продвижения интернет-магазинов косметики, ориентированную на помощь потребителю при выборе и получение более полной информации о товаре [9]. Для парфюмерного стартапа аналогичный сервис способен заменить часть офлайн-тестирования и повысить точность выбора.

Масштабирование начинается не с резкого увеличения объема выпуска, а с проверки способности модели выдержать рост. Г.Л. Азоев и Е.В. Сумарокова предлагают оценивать масштабирование инновационного стартапа через емкость рынка, рыночную долю и рентабельность [1]. В парфюмерном проекте эти параметры переводятся в практические показатели: размер целевой аудитории, стоимость привлечения клиента, средний чек, маржинальность флакона, доля повторных покупок, срок оборачиваемости запасов, эффективность пробников, производственная себестоимость и устойчивость поставщиков. Если хотя бы один из этих элементов не просчитан, расширение партии повышает финансовую нагрузку без гарантии роста прибыли.

А.Н. Новиков выделяет среди стратегий масштабирования автоматизацию процессов, масштабируемую технологическую инфраструктуру, гибкие методологии, партнерства, ориентацию на клиентский опыт, решения на основе данных и диверсификацию доходов [4]. Для парфюмерного стартапа эти подходы применимы в адаптированном виде. Автоматизация выражается в учете партий, CRM, аналитике продаж и складском контроле. Масштабируемая инфраструктура предполагает контрактное производство либо постепенное оснащение собственной лаборатории. Партнерства включают коллаборации с концепт-сторами, салонами, локальными дизайнерами, блогерами и дистрибьюторами. Диверсификация доходов возможна через пробники, подарочные наборы, корпоративные заказы, ароматизацию пространств и лимитированные коллекции.

Парфюмерный стартап близок к креативным индустриям, поскольку ценность продукта создается через сочетание интеллектуальной идеи, эстетики, символического образа и коммерческой упаковки. Э.Ш. Шаймиева и Г.И. Гумерова рассматривают стартапы креативных индустрий как форму активизации инновационной деятельности, где значимы командные и инновационно-технологические характеристики [10]. В парфюмерии это проявляется в междисциплинарной команде: парфюмер отвечает за композицию, технолог – за воспроизводимость, маркетолог – за аудиторию и каналы, дизайнер – за визуальную систему, предприниматель – за экономику роста. При отсутствии такой связки бренд сохраняет творческий потенциал, но теряет управляемость.

На пути от MVP к масштабированию стартап проходит несколько аналитических рубежей. Первый рубеж – подтверждение потребительской ценности: покупатель понимает продукт, способен описать его отличие и готов платить заявленную цену. Второй рубеж – подтверждение операционной воспроизводимости: команда повторяет качество партии, контролирует сроки и себестоимость. Третий рубеж – подтверждение брендовой узнаваемости: коммуникация вызывает устойчивые ассоциации, а не растворяется среди аналогичных предложений. Четвертый рубеж – подтверждение экономики роста: увеличение продаж не уничтожает маржу затратами на рекламу, логистику, упаковку и остатки. Лишь после прохождения этих рубежей расширение ассортимента, выход на маркетплейсы, офлайн-полки и внешние рынки приобретает управленческое основание.

Обсуждение

Сопоставление источников показывает, что парфюмерный стартап нельзя описать одной исследовательской рамкой. Подходы к стартапам

фиксируют временный, поисковый и рискованный характер проекта; исследования косметического рынка раскрывают внешние условия спроса; работы по созданию нового продукта объясняют операционную логику разработки; публикации о брендинге показывают значение символической дифференциации; материалы по цифровым сервисам раскрывают способы преодоления дистанции между потребителем и продуктом. В совокупности эти подходы дают более точную картину, чем узкая трактовка стартапа как малого бизнеса с новым товаром.

Различие между технологическим и парфюмерным стартапом проявляется в природе MVP. В цифровом продукте минимальная версия часто допускает ограниченную функциональность; в парфюмерии минимальная версия не допускает снижения безопасности, стабильности и качества. Поэтому термин MVP требует осторожной адаптации. Для аромата минимальность относится к объему партии, ширине линейки, числу каналов и масштабу тестирования, но не к требованиям производственной дисциплины. Данное различие ограничивает прямой перенос моделей IT-стартапов на парфюмерный рынок.

Подход, ориентированный на емкость рынка, долю и рентабельность, особенно продуктивен при оценке масштабирования. Он переводит творческую идею в измеримые параметры. Вместе с тем для парфюмерии расчеты требуют дополнения сенсорными и эмоциональными показателями: восприятием аромата, соответствием упаковки ценовому уровню, запоминаемостью названия, готовностью покупать пробники, реакцией на описание композиции. Экономическая модель без этих данных сохраняет формальную стройность, но не раскрывает вероятность повторной покупки.

Работы по косметическому рынку показывают наличие пространства для отечественных брендов, но рыночное окно не гарантирует успех стартапа. Освобождение ниши после ухода зарубежных марок усиливает конкуренцию между локальными производителями, а потребитель сохраняет привычку сравнивать новый продукт с прежними стандартами качества, эстетики и сервиса. Поэтому стратегия копирования известного бренда несет риск вторичности. Более устойчивой выглядит стратегия ограниченного, но отчетливого отличия: собственная ароматическая идея, понятный визуальный код, проверяемое качество и прозрачное объяснение цены.

Брендинг в парфюмерном стартапе нельзя сводить к упаковке и названию. Он работает как механизм снижения неопределенности: потребитель заранее не знает, как аромат раскроется на коже, насколько он будет стойким, подойдет ли к привычному стилю. Брендовая коммуникация помогает связать аромат с образом ситуации, времени суток, эмоционального состояния, подарочного сценария. При слабой коммуникации даже качественный продукт остается трудным для выбора, особенно в онлайн-канале.

Цифровой канал продаж усиливает доступность стартапа, но ограничивает сенсорную проверку. Отсюда возникает значение пробников, консультаций, точных описаний, рекомендаций по выбору и клиентской аналитики. Онлайн-консультант или иной сервис подбора не решает проблему восприятия запаха полностью, но снижает риск ошибочной покупки. При масштабировании цифровой сервис выполняет двойную функцию: повышает конверсию и собирает данные о потребительских предпочтениях.

Производственная часть часто остается менее заметной в исследованиях брендинга и маркетинга, хотя для парфюмерного стартапа она определяет предел роста. Малая партия допустима при ручной координации процессов, но увеличение выпуска требует учета сырья, контроля стабильности, повторяемости формулы, стандартизации операций и работы с поставщиками. При слабом производственном контуре рекламный рост приводит к задержкам, разноуровневому качеству партий и снижению доверия.

Исследовательская лакуна состоит в недостатке работ, где парфюмерный стартап рассматривается как самостоятельный объект на стыке креативной индустрии, химико-технологического производства и цифровой торговли. Имеющиеся публикации дают отдельные фрагменты: стартап как организационная форма, косметический продукт как объект разработки, парфюмерно-косметический рынок как среда, бренд как инструмент продвижения. Требуется дальнейшая разработка моделей оценки MVP именно для ароматов, включая сенсорное тестирование, повторные покупки, цифровой клиентский путь и экономику малых партий.

Заключение

Установлено, что запуск парфюмерного стартапа опирается на сочетание рыночного окна, инновационной идеи, междисциплинарной команды, контроля качества и брендовой дифференциации. Обосновано, что переход от MVP к проверенной продуктово-рыночной модели требует не упрощения продукта, а ограничения масштаба тестирования при сохранении требований к безопасности, стабильности, упаковке, коммуникации и обратной связи. Определены направления масштабирования: расчет емкости ниши, рыночной доли и рентабельности; автоматизация учета и продаж; развитие цифрового сервиса; стандартизация производства; укрепление бренда; партнерства и расширение ассортимента после подтверждения повторного спроса.

Предложенная аналитическая модель показывает, что рост парфюмерного стартапа целесообразен лишь после согласования продукта, рынка, качества, бренда и экономики партии.

Литература

1. Азоев Г. Л., Сумарокова Е. В. Маркетинговая поддержка масштабирования бизнеса инновационного стартапа // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2023. Т. 17, № 4. С. 152–166. DOI: 10.14529/em230414.
2. Алексеева Д. А., Журавлёва А. Д., Филиппова Т. Ю., Невмятуллина Х. А. Повышение эффективности парфюмерно-косметического предприятия на основе перспективного планирования качества // Успехи в химии и химической технологии. 2021.
3. Ковшова М. В., Шелапутин А. А. Особенности применения инновационных технологий в производстве экологичной косметики // В центре экономики. 2024. Т. 5, № 2. С. 59–63.
4. Новиков А. Н. Стратегии масштабирования для стартапов в области цифровых технологий // Инновационная наука. 2024. № 5-1. С. 66–71.
5. Сатаев П. А., Соловейчик К. А. Стартапы в экономике: понятие, сущность и характеристики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, № 5. С. 92–110.
6. Суетина Н. Г. Инструменты для создания нового продукта в условиях импортозамещения на косметическом рынке // Практический маркетинг. 2023. № 5 (311). С. 35–39.
7. Суркина Ю. П. Комплексный анализ парфюмерно-косметического рынка в России // Прикладные экономические исследования. 2024. № 2. С. 178–184. DOI: 10.47576/2949-1908.2024.2.2.019.
8. Сысоева Т. Л., Агафонова И. В. Трансформация подходов к брендингу в розничном сегменте парфюмерии и косметики: вызовы и перспективы // Муниципалитет: экономика и управление. 2025. № 3. С. 68–82.
9. Хроленко Д. А. Моделирование инновационного сервиса «Онлайн консультант» для продвижения интернет-магазинов косметики // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022. № 4-2. С. 206–209.
10. Шаймиева Э. Ш., Гумерова Г. И. Стартапы креативных индустрий: характеристики стартапов, направление программ развития // Креативная экономика. 2023. Т. 17, № 5. С. 1523–1550.

A perfume startup: innovative strategies from mvp to scale

Ovchinnikov M.O.

Postgraduate student, Entrepreneurship and Competition, Synergy University, Moscow

This article examines development strategies for a perfume startup as it moves from a minimum viable product to a scalable business model. This paper is relevant given the changing structure of the perfume and cosmetics market, the growth of domestic brands, and increasing demands for quality, digital sales, and evidence-based consumer communication. The scientific novelty lies in the integration of startup management, marketing assessment, scaling, new cosmetic product development, branding, and production control approaches to an early-stage perfume project. The objective of the study is to identify innovative strategies that enable a perfume startup to transition from an MVP to sustainable growth. The analysis of scientific publications, comparative analysis, classification, logical-analytical analysis, and synthesis are used. The body of literature covers research on startups, scaling, the perfume and cosmetics market, new product development, branding, digital promotion, and product quality. The practical utility of the results lies in the development of a consistent model for management decisions for a small perfume brand.

Keywords: perfume startup, MVP, scaling, niche perfumery, innovation strategy, cosmetics market, branding, digital sales, product-market fit, product quality.

References

1. Azoev, G. L., Sumarokova, E. V., "Marketing Support for Scaling an Innovative Startup's Business," Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management." 2023. Vol. 17, No. 4. pp. 152–166. DOI: 10.14529/em230414.
2. Alekseeva, D. A., Zhuravleva, A. D., Filippova, T. Yu., Nevmyatullina, H. A., "Improving the Efficiency of a Perfumery and Cosmetics Enterprise Based on Long-Term Quality Planning," Advances in Chemistry and Chemical Technology, 2021.
3. Kovshova, M. V., Shelaputin, A. A., "Features of the Application of Innovative Technologies in the Production of Eco-Friendly Cosmetics," Center for Economics. 2024. Vol. 5, No. 2, pp. 59–63.
4. Novikov, A. N. Scaling Strategies for Digital Technology Startups // Innovative Science. 2024. No. 5-1, pp. 66–71.
5. Satayev, P. A., Soloveichik, K. A. Startups in Economics: Concept, Essence, and Characteristics // Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnical University. Economic Sciences. 2021. Vol. 14, No. 5, pp. 92–110.
6. Suetina, N. G. Tools for Creating a New Product in the Context of Import Substitution in the Cosmetics Market // Practical Marketing. 2023. No. 5 (311), pp. 35–39. DOI: 10.24412/2071-3762-2023-5311-35-39.

Проактивная парадигма антикризисного менеджмента: интеграция риск-ориентированных инструментов как инновационный вектор развития предпринимательских структур

Пешков Артем Николаевич
аспирант, факультет бизнеса, Университет «Синергия», peshkovartem.n@yandex.ru

Актуальность исследования обусловлена перманентной нестабильностью внешней среды предпринимательства, переводящей рисковые факторы и кризисные явления из категории изолированных событий в постоянную характеристику операционной деятельности компаний и требующей радикальной трансформации управленческих моделей. Традиционные реактивные подходы, ориентированные на ликвидацию последствий финансового деструкта на поздних стадиях банкротства, исчерпали свою эффективность, что диктует необходимость формирования проактивной парадигмы менеджмента. Целью исследования является концептуальное обоснование инновационного вектора развития предпринимательства на основе интеграции инструментов риск-менеджмента в единый превентивный контур антикризисного управления. Объектом исследования выступают предпринимательские организации, функционирующие в условиях макроэкономической неопределенности и институциональных сдвигов. Методологическую основу работы составляют системный, процессный и ситуационный подходы, а также методы логического моделирования, сравнительного и многофакторного анализа. В качестве ключевого научного результата обосновано авторское понимание сущности антикризисного управления как непрерывного проактивного процесса превентивного обнаружения уязвимостей бизнес-модели. Разработана и систематизирована структура латентных дестабилизирующих факторов внутренней и внешней среды, позволяющая трансформировать качественные рисковые сигналы рынка в предикативные маркеры организационной устойчивости. Практическая ценность полученных результатов заключается в создании институционального защитного каркаса, обеспечивающего непрерывность бизнес-процессов, минимизацию транзакционных издержек судебного оздоровления и долгосрочную выживаемость предпринимательских структур без остановки их операционной деятельности.

Ключевые слова: антикризисное управление, риск-менеджмент, предпринимательские организации, проактивная парадигма, превентивный менеджмент, латентные дестабилизирующие факторы, предиктивные маркеры устойчивости, инновации в управлении.

Введение

Современный этап развития глобальной экономической системы характеризуется нарастающей волатильностью и высокой степенью неопределенности, превращающей кризисные явления из исключительных событий в перманентный фон функционирования предпринимательских структур. В условиях стремительной цифровизации и радикальной трансформации рыночных институтов классические методы антикризисного менеджмента, ориентированные на реактивное устранение последствий финансовой несостоятельности, демонстрируют свою полную неэффективность. Традиционный подход, предполагающий запуск защитных механизмов лишь после фиксации критических кассовых разрывов или судебного признания банкротства, лишает организацию возможности маневрирования, приводя к невосполнимой потере ресурсного потенциала и конкурентных позиций [7, С. 406].

Актуальность перехода к инновационным моделям управления обусловлена необходимостью формирования проактивной защиты бизнеса, базирующейся на принципах опережающего реагирования. Вместо пассивного ожидания наступления деструктивных событий менеджмент обязан сосредоточиться на непрерывном сканировании внешней и внутренней среды ради обнаружения латентных угроз. Внедрение превентивного контура позволяет предпринимательским единицам не просто минимизировать ущерб, а институционально обеспечивать выживаемость бизнес-модели через своевременную корректировку стратегических целей и операционных регламентов. Переосмысление сущности антикризисного процесса требует отказа от узкоспециализированного подхода в пользу комплексного использования прогностического инструментария [2, С. 416].

Ключевым решением проблемы низкой выживаемости бизнеса в условиях нестабильности выступает глубокая интеграция концепции риск-менеджмента в общую архитектуру антикризисного управления. Риск-ориентированный подход выступает связующим звеном между абстрактными рыночными сигналами и конкретными управленческими командами, позволяя преобразовывать неопределенность в контролируемые параметры устойчивости. Сформированный, таким образом, интегрированный контур обеспечивает сквозной мониторинг всех функциональных областей организации, создавая надежный фундамент для реализации долгосрочной стратегии развития. Исследование путей трансформации управленческих моделей на основе синтеза данных дисциплин открывает новые горизонты для повышения жизнеспособности отечественного предпринимательства в условиях глобальных вызовов [3, С. 324].

Материалы и методы исследований

Информационно-эмпирическую базу исследования составили монографические труды, научные публикации в ведущих периодических изданиях, материалы научно-практических конференций, отражающие эволюцию концепций антикризисного управления и риск-менеджмента в предпринимательских структурах. В качестве статистической основы использовались аналитические доклады, официальные данные Федеральной службы государственной статистики, а также результаты финансово-экономической диагностики отечественных предприятий, функционирующих в условиях перманентной нестабильности. Накопленный массив данных позволил выявить ключевые закономерности развертывания деструктивных процессов и систематизировать латентные дестабилизирующие факторы.

Методологическую основу исследования составили системный, процессный, ситуационный и риск-ориентированный подходы, позволившие рассмотреть защитный контур организации как целостную динамическую систему. В процессе теоретического обоснования проактивной парадигмы менеджмента применялись общенаучные методы исследования, включая сравнительный и многофакторный анализ, синтез и систематизацию теоретических источников. Сравнительный анализ использовался для выявления ограничений реактивных моделей, в то время как методы классификации и группировки послужили базой для разработки структуры кризисных рисков.

Применение методов логического и управленческого моделирования позволило спроектировать концептуальную модель превентивного антикризисного управления. Сценарный анализ и элементы финансово-

экономической диагностики применялись для оценки адаптационных возможностей бизнес-моделей и обоснования упреждающих защитных мер. Совокупность выбранного инструментария обеспечила высокую достоверность и обоснованность теоретических выводов, сформировав надежную основу для разработки прикладных управленческих регламентов [4, С. 379; 9, С. 198].

Результаты и обсуждения

Главным научным результатом проведенного исследования выступает концептуальное переосмысление сущности антикризисного менеджмента и обоснование проактивной модели управления предпринимательскими структурами, функционирующими в условиях перманентной нестабильности. Традиционный подход, ориентированный на ликвидацию последствий финансового деструкта на поздних стадиях несостоятельности, заменяется динамической системой непрерывного выявления и нивелирования латентных угроз. В рамках разработанной парадигмы центральное место занимает процесс трансформации качественных рисковых сигналов внешней и внутренней среды в конкретные предикативные маркеры организационной устойчивости, что позволяет менеджменту принимать адаптивные решения задолго до манифестации явных признаков неплатежеспособности. Известный российский исследователь Коротков Э. М. справедливо отмечает глубинную связь превентивного подхода с жизнеспособностью социально-экономических систем: «антикризисное управление – это не только управление в условиях уже наступившего кризиса, это и управление, направленное на его предотвращение, распознавание латентных признаков деструктивных процессов, способных разрушить целостность организационной структуры» [цит. по: 7, С. 45].

Логика развертывания проактивного антикризисного процесса строится на непрерывном циклическом сканировании предпринимательской среды. Поступающая информация из хаотичных рыночных контуров подвергается жесткой фильтрации, декомпозиции и последующей оцифровке средствами риск-менеджмента. Вместо разрозненных попыток контроля за отдельными финансовыми показателями формируется интегрированный защитный каркас, пронизывающий стратегический, операционный и финансовый уровни управления организацией.

Для детальной систематизации выявляемых угроз и понимания механизма их перерастания в открытый кризис авторами разработана классификация скрытых дестабилизирующих факторов, учитывающая источники их возникновения и конкретные последствия для текущей бизнес-модели предпринимательских структур:

Таблица 1
Классификация латентных дестабилизирующих факторов предпринимательской среды

Источник фактора	Характер проявления фактора	Последствия для бизнес-модели
Внешняя макросреда	Институциональные сдвиги, инфляционные шоки, падение платежеспособного спроса	Рост транзакционных издержек, потеря ключевых рынков сбыта
Внешняя микросреда	Агрессивная политика конкурентов, монополизация каналов снабжения	Снижение маржинальности, срыв поставок сырья
Внутренняя среда	Рост дебиторской задолженности, технологическое отставание, кадровый дефицит	Размывание ликвидности, падение операционной эффективности

Систематизированные в таблице латентные факторы обладают кумулятивным эффектом, активизируясь одновременно при достижении определенной критической массы. Проходя через стадии зарождения и скрытого развития, деструктивный процесс постепенно подтачивает финансовую устойчивость, приводя к дисфункции системы управления. Успешное купирование этих угроз напрямую зависит от архитектуры используемой управленческой методологии. Проектирование интегрированного контура позволяет увязать воедино инструменты оценки рисков и регламенты антикризисного реагирования.

Взаимосвязь элементов и общая логика функционирования разработанной риск-ориентированной системы стратегической защиты предпринимательства наглядно представлены ниже.

Описанная архитектура проактивной защиты доказывает свою эффективность за счет минимизации временного лага между фиксацией слабого сигнала угрозы и реализацией упреждающего защитного мероприятия. Внедрение информационно-аналитического, оценочно-прогностического и регуляторно-управленческого контуров позволяет трансформировать неопределенность внешней среды в контролируемые параметры операционной деятельности. Главным преимуществом разработанной модели становится превращение риск-менеджмента из пассивного инструмента констатации убытков в активный драйвер стратегического развития, оберегающий репутацию и партнерский пул организации. Профессор Вяткин В. Н., исследующий механизмы принятия управленческих решений в условиях высокой неопределенности, указывает на синергетический эффект подобного объединения дисциплин: «интеграция риск-менеджмента в систему антикризисного управления позволяет сформировать сквозной аналитический каркас, переводящий неопределенность внешней среды в контролируемые параметры операционной деятельности и обеспечивающий своевременную адаптацию бизнес-модели к меняющимся рыночным императивам» [цит. по: 3, С. 112].

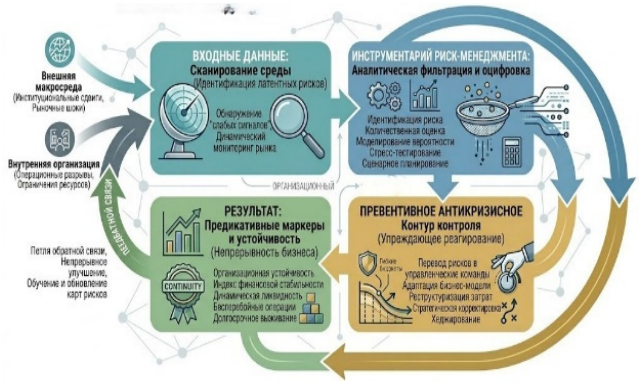


Рисунок 1. Интегрированная модель проактивного антикризисного управления предпринимательской структурой

Обсуждая полученные результаты, необходимо подчеркнуть их коренное отличие от существующих методик судебной санации и жесткой реструктуризации задолженности. Проактивная парадигма выводит антикризисный менеджмент из узкоправового поля банкротства, превращая его в регулярную функцию оперативного руководства. Предотвращение кризиса на ранних стадиях минимизирует транзакционные издержки, неизбежно возникающие при классическом ликвидационном подходе. Предприниматель получает в руки действенный прикладной инструментарий, позволяющий взвешенно рисковать, опираясь на точные предиктивные маркеры и понимая реальные границы прочности своего бизнеса. Формируемая гибкая институциональная среда внутри организации обеспечивает долгосрочную выживаемость предпринимательских структур в условиях перманентной нестабильности без остановки их основной операционной деятельности [10, С. 48].

Выводы

Проведенное исследование позволяет констатировать неизбежность системной трансформации управленческих моделей, обусловленную исчерпанием потенциала классических реактивных методов антикризисного менеджмента в условиях перманентной нестабильности. Переход от парадигмы «ликвидации последствий» к стратегии «превентивного обнаружения угроз» выступает ключевым инновационным вектором развития современного предпринимательства. Внедрение проактивного подхода, базирующегося на непрерывном мониторинге латентных деструктивных факторов, обеспечивает сохранение операционной жизнеспособности организации, исключая необходимость применения дорогостоящих и зачастую разрушительных процедур судебного банкротства.

Фундаментальной основой реализации данной концепции является институциональная интеграция риск-менеджмента в единую архитектуру антикризисного процесса. Предложенная в работе модель формирования предикативных маркеров устойчивости позволяет менеджменту оперировать не ретроспективными данными финансовой отчетности, а опережающими сигналами рыночной среды. Спроектированный защитный каркас, пронизывающий все уровни управления, создает условия для своевременной адаптации бизнес-модели, превращая рисковые флуктуации из источника катастроф в управляемый параметр стратегического планирования.

В результате формирование гибкой, риск-ориентированной системы стратегической защиты не просто минимизирует транзакционные издержки предпринимательских структур, но и создает надежный фундамент для обеспечения долгосрочной непрерывности бизнеса. Теоретическая значимость полученных результатов заключается в расширении понятийного аппарата управленческой науки, в то время как практическая ценность подтверждается возможностью внедрения разработанных регламентов в деятельность отечественных предприятий ради повышения их конкурентоспособности и выживаемости в условиях глобальных экономических вызовов [1, С. 248; 10, С. 52].

Литература

1. Алферов, В. Н. Антикризисное управление в условиях цифровой трансформации экономики : монография / В. Н. Алферов. – Москва : Инфра-М, 2023. – 248 с. – ISBN 978-5-16-018411-2.
2. Баринов, В. А. Антикризисное управление : учебное пособие / В. А. Баринов. – Москва : Инфра-М, 2023. – 416 с. – ISBN 978-5-16-017954-5.
3. Вяткин, В. Н. Риск-менеджмент и превентивное управление в корпоративных структурах : монография / В. Н. Вяткин. – Москва : Юрайт, 2023. – 324 с. – ISBN 978-5-534-15201-1.
4. Гончаренко, Л. П. Риск-менеджмент : учебник для вузов / Л. П. Гончаренко. – Москва : Юрайт, 2023. – 379 с. – ISBN 978-5-534-16044-3.
5. Зуб, А. Т. Стратегический менеджмент : учебник и практикум для вузов / А. Т. Зуб. – Москва : Юрайт, 2022. – 375 с. – ISBN 978-5-534-14332-3.
6. Каплан, В. Б. Стратегическая устойчивость современных корпораций : монография / В. Б. Каплан. – Санкт-Петербург : Наука, 2022. – 312 с. – ISBN 978-5-02-040854-8.
7. Коротков, Э. М. Антикризисное управление : учебник для академического бакалавриата / Э. М. Коротков. – Москва : Юрайт, 2021. – 406 с. – ISBN 978-5-534-00234-7.
8. Кузнецова, В. А. Интегрированные модели корпоративной безопасности : учебное пособие / В. А. Кузнецова. – Санкт-Петербург : Экономика, 2021. – 215 с. – ISBN 978-5-91234-511-0.
9. Кучерова, Е. Н. Антикризисное управление предпринимательскими структурами в трансформируемой экономике : монография / Е. Н. Кучерова. – Оренбург : Университет, 2021. – 198 с. – ISBN 978-5-7410-2566-6.
10. Никонов, А. А. Инновационные подходы к мониторингу рыночных рисков предпринимательских структур / А. А. Никонов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2025. – № 2. – С. 45–52.

Proactive paradigm of crisis management: integration of risk-oriented tools as an innovative vector of entrepreneurial structures development

Peshkov A.N.
University "Synergy"

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The relevance of the study is due to the permanent instability of the business environment, which transfers risk factors and crisis phenomena from the category of isolated events into a constant characteristic of companies' operations and requires a radical transformation of management models. Traditional reactive approaches focused on liquidating the consequences of financial destruct at the late stages of bankruptcy have exhausted their effectiveness, which dictates the need to form a proactive management paradigm. The purpose of the study is a conceptual substantiation of the innovative vector of entrepreneurship development based on the integration of risk management tools into a single preventive circuit of crisis management. The object of the study is entrepreneurial organizations operating in conditions of macroeconomic uncertainty and institutional shifts. The methodological basis of the work consists of system, process and situational approaches, as well as methods of logical modeling, comparative and multifactorial analysis. As a key scientific result, the author's understanding of the essence of crisis management as a continuous proactive process of preventive detection of business model vulnerabilities is substantiated. The structure of latent destabilizing factors of the internal and external environment is developed and systematized, allowing to transform qualitative risk market signals into predictive markers of organizational stability. The practical value of the results obtained lies in the creation of an institutional protective framework that ensures the continuity of business processes, minimization of transaction costs of judicial recovery and long-term survival of entrepreneurial structures without stopping their operational activities.

Keywords: crisis management, risk management, entrepreneurial organizations, proactive paradigm, preventive management, latent destabilizing factors, predictive stability markers, management innovations.

References

1. Alferov, V. N. Crisis management in the context of digital transformation of the economy : monograph / V. N. Alferov. – Moscow : Infra-M, 2023. – 248 p. – ISBN 978-5-16-018411-2.
2. Barinov, V. A. Crisis management : textbook / V. A. Barinov. – Moscow : Infra-M, 2023. – 416 p. – ISBN 978-5-16-017954-5.
3. Vyatkin, V. N. Risk management and preventive management in corporate structures : monograph / V. N. Vyatkin. – Moscow : Urait, 2023. – 324 p. – ISBN 978-5-534-15201-1.
4. Goncharenko, L. P. Risk management : textbook for universities / L. P. Goncharenko. – Moscow : Urait, 2023. – 379 p. – ISBN 978-5-534-16044-3.
5. Zub, A. T. Strategic management : textbook and workshop for universities / A. T. Zub. – Moscow : Urait, 2022. – 375 p. – ISBN 978-5-534-14332-3.
6. Kaplan, V. B. Strategic stability of modern corporations : monograph / V. B. Kaplan. – Saint Petersburg : Nauka, 2022. – 312 p. – ISBN 978-5-02-040854-8.
7. Korotkov, E. M. Crisis management : textbook for academic bachelor's degree / E. M. Korotkov. – Moscow : Urait, 2021. – 406 p. – ISBN 978-5-534-00234-7.
8. Kuznetsova, V. A. Integrated corporate security models : textbook / V. A. Kuznetsova. – Saint Petersburg : Ekonomika, 2021. – 215 p. – ISBN 978-5-91234-511-0.
9. Kucherova, E. N. Crisis management of entrepreneurial structures in a transforming economy : monograph / E. N. Kucherova. – Orenburg : Universitet, 2021. – 198 p. – ISBN 978-5-7410-2566-6.
10. Nikonov, A. A. Innovative approaches to monitoring market risks of entrepreneurial structures / A. A. Nikonov // Management in Russia and abroad. – 2025. – No. 2. – P. 45–52.

Технологический суверенитет как стратегический приоритет инновационной политики России

Романова Ирина Вячеславовна
заведующий кафедрой экономики высокотехнологичных производств, к.э.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ivirina.07@mail.ru

В статье исследуется концепция технологического суверенитета как ключевого стратегического приоритета инновационной политики России в условиях нарастающего геополитического давления и структурной перестройки мировой технологической системы. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта уточняется содержание понятия «технологический суверенитет» и его место в системе категорий экономической безопасности. Рассматриваются инструменты государственной поддержки технологического развития: федеральные программы импортозамещения, механизмы венчурного финансирования, институты развития и регуляторные «песочницы». Проведён сравнительный анализ национальных стратегий технологического суверенитета США, Европейского союза, Китая и Индии. Выявлены ключевые уязвимости технологической базы российской экономики и оценён прогресс их преодоления. Отдельно рассматриваются институциональные изменения 2025 года: принятие Федерального закона № 523-ФЗ «О технологической политике», запуск восьми национальных проектов технологического лидерства и формирование обновлённой системы налогового стимулирования НИОКР. Предложена авторская модель управления технологическим суверенитетом, включающая целевые ориентиры, механизмы реализации и систему индикаторов мониторинга. Обоснованы приоритетные направления государственной инновационной политики, способные обеспечить технологическую независимость страны в горизонте до 2035 года.

Ключевые слова: технологический суверенитет, инновационная политика, импортозамещение, технологическая безопасность, цифровая экономика, институты развития, государственная поддержка инноваций, национальная конкурентоспособность, технологическая независимость, стратегическое планирование.

Введение

Распад сложившейся системы международного технологического разделения труда, обозначившийся в полной мере в 2022–2023 годах, поставил перед Россией задачи, не имеющие прямых аналогов в новейшей экономической истории страны. Уход с российского рынка ведущих зарубежных технологических компаний, отключение от глобальных цепочек поставок полупроводников, программного обеспечения и промышленного оборудования обнажили масштаб зависимости отечественной экономики от иностранных технологий, формировавшейся на протяжении трёх десятилетий. В этих условиях концепция технологического суверенитета из академической категории превратилась в оперативный управленческий ориентир национальной экономической политики.

Вместе с тем было бы ошибкой воспринимать технологический суверенитет исключительно как реактивный ответ на санкционное давление. В мировой практике формирование технологической самодостаточности является давно сложившимся стратегическим приоритетом ведущих держав — США, Китая, государств Европейского союза. Каждая из этих стран выработала собственную модель обеспечения технологической независимости, органично встроенную в национальную инновационную систему и культуру государственного управления [1]. Изучение этого опыта представляет несомненный теоретический и практический интерес для России.

Актуальность исследования существенно возросла в 2024–2025 годах: принятие Концепции технологического развития до 2030 года [2] принятие Федерального закона № 523-ФЗ «О технологической политике» [3] и запуск восьми национальных проектов технологического лидерства с 1 января 2025 года [4].свидетельствуют о переходе от декларативных к институционально оформленным механизмам достижения технологического суверенитета.

Цель настоящей статьи — разработать концептуальную модель технологического суверенитета применительно к условиям современной России, оценить состояние ключевых технологических компетенций, проанализировать институциональные изменения 2025 года и сформулировать приоритеты государственной инновационной политики на среднесрочную перспективу. Методологическую основу исследования составляют системный и структурно-функциональный анализ, методы сравнительного страноведения, экспертных оценок и статистического анализа данных Росстата, ИСИЭЗ НИУ ВШЭ [5] и международных организаций (ОЭСР, ЮНКТАД, Всемирного банка).

Теоретические основы концепции технологического суверенитета

Понятие «технологический суверенитет» (*technological sovereignty*) вошло в научный и политический дискурс сравнительно недавно — в систематическом виде оно стало использоваться лишь в 2010-е годы, хотя его содержательные корни уходят в классические теории национальной инновационной системы (Лундвалл, 1992 Нельсон, 1993.и работы по стратегической торговой политике (Кругман, 1987). В отличие от понятий «экономическая безопасность» и «экономический суверенитет», имеющих длительную историю в отечественной литературе, технологический суверенитет акцентирует специфически технологическое измерение независимости — способность страны разрабатывать, производить и контролировать критически важные технологии без зависимости от иностранных поставщиков [6].

В академической литературе можно выделить три основных подхода к определению технологического суверенитета. Первый — минималистский — трактует его как отсутствие критической зависимости от единственного иностранного поставщика в стратегически важных технологических областях. Второй — умеренный — понимает под ним наличие у государства полного технологического стека в приоритетных отраслях, включая фундаментальные исследования, прикладные разработки и производственные мощности. Третий — максималистский — предполагает технологическое самообеспечение в максимально широком диапазоне областей, что на практике недостижимо ни для одной страны мира и противоречит логике международного разделения труда.

Наиболее оптимальным для целей государственной политики представляется умеренный подход, дополненный концепцией «стратегической автономии»: государство не стремится к самодостаточности во всех технологических областях, но обеспечивает полный контроль над критической технологической инфраструктурой и сохраняет возможность

замещения иностранных компонентов собственными разработками в случае ограничения доступа к ним. Именно такая трактовка лежит в основе Концепции технологического развития России до 2030 года, которая определяет достижение технологического суверенитета, переход к инновационно - ориентированному экономическому росту и обеспечение устойчивого развития производственных систем как три взаимосвязанные цели [2].

Таким образом, *технологический суверенитет* — это системное свойство национальной экономики, выражающееся в наличии критической массы технологических компетенций, производственных мощностей и институциональных условий, обеспечивающих государству стратегическую автономию в принятии решений о развитии, производстве и применении приоритетных технологий независимо от позиции иностранных правительств и компаний. Данное определение согласуется с подходом, представленным в работе Потапцевой, Акбердиной и Пономаревой [7], а также с позицией, изложенной в Федеральном законе № 523-ФЗ [3].

В системе категорий экономической безопасности технологический суверенитет занимает особое место: он одновременно является условием обеспечения военной безопасности (через независимость оборонно-промышленного комплекса), продовольственной безопасности (через доступность сельскохозяйственных технологий), энергетической безопасности (через контроль над критической энергетической инфраструктурой) и финансовой безопасности (через суверенитет в области финансовых технологий и платёжных систем) [6].

Международный опыт обеспечения технологического суверенитета

Сравнительный анализ национальных стратегий технологического суверенитета ведущих мировых держав позволяет выделить ключевые модели и инструменты политики, релевантные для российского контекста.

Америки реализуют модель технологического суверенитета, основанную на следующих инструментах: прямом бюджетном финансировании фундаментальных исследований посредством специализированных агентств (ежегодные ассигнования DARPA составляют порядка 4 млрд долларов), системе экспортного контроля критических технологий (режимы ITAR и EAR) и антимонопольном регулировании, препятствующем иностранному контролю над стратегическими активами. Принятый в 2022 году CHIPS and Science Act, предусматривающий направление 52,7 млрд долларов на восстановление и развитие национальной полупроводниковой промышленности, свидетельствует о переходе к активной промышленной политике. Концептуальная особенность американской модели состоит в чётком разграничении государственных и рыночных функций: публичный сектор принимает на себя риски ранних стадий исследований и формирует спрос в оборонной сфере, тогда как трансфер технологий в гражданский сектор и их коммерциализация осуществляются посредством рыночных механизмов.

Китайская Народная Республика осуществляет наиболее масштабную в новейшей истории государственную программу целенаправленного формирования технологических компетенций. Стратегия «Сделано в Китае 2025», концепция «Двойного обращения» и «Большой фонд» полупроводниковой промышленности с капиталом свыше 40 млрд долларов образуют интегрированную институциональную систему поддержки критических технологий [8].

Специфической чертой китайской модели выступает использование государственных предприятий в качестве инструментов реализации технологической политики, обеспечивающих как гарантированный спрос на отечественные разработки, так и финансирование долгосрочных высокорисковых проектов, не привлекательных для частного капитала.

Европейский союз реализует политику технологического суверенитета преимущественно посредством наднациональных механизмов координации: рамочной программы «Горизонт Европа» с совокупным бюджетом 95,5 млрд евро на период 2021–2027 годов, инструмента Важных проектов общеевропейского интереса (IPCEI) в сферах микроэлектроники, облачных технологий и водородной энергетики, а также регуляторных инструментов нового поколения — Закона об искусственном интеллекте и Закона о данных. Концептуальная основа европейской модели — доктрина «открытого стратегического суверенитета», предполагающая не замыкание в границах единого рынка, а обеспечение достаточной технологической автономии для нейтрализации различных зависимостей при одновременном сохранении выгод международной специализации и кооперации.

Индия демонстрирует модель избирательного технологического суверенитета, при которой государство концентрирует усилия на формировании компетенций в заранее определённых нишах, обладающих сравнительными конкурентными преимуществами. Инициативы «Цифровая Индия» и «Делай в Индии» обеспечили последовательное наращивание потенциала в секторе информационных технологий и постепенную локализацию производства электроники. Наиболее показательным результатом данной стратегии выступает Единая платёжная интерфейс-система UPI (Unified Payments Interface), достигшая к 2024 году объёмов транзакций, делающих её одной из крупнейших цифровых платёжных инфраструктур мира.

Сравнительный анализ позволяет выявить ряд универсальных закономерностей, характерных для всех успешных стратегий технологического суверенитета, что согласуется с выводами Мазукато о роли «предпринимательского государства». в формировании технологической повестки. Во-первых, ни одна страна не добивается успеха в попытках достичь суверенитета одновременно во всех технологических областях — необходима жёсткая приоритизация. Во-вторых, государственные инвестиции в НИОКР являются необходимым, но недостаточным условием — ключевую роль играет качество инновационной экосистемы.

Диагностика технологических уязвимостей российской экономики

Объективная оценка состояния технологической базы российской экономики является необходимой отправной точкой для разработки эффективной стратегии технологического суверенитета. По данным ИСИЭЗ НИУ ВШЭ [5] в 2023 году Россия занимала 47-е место в Глобальном инновационном индексе (GII). Всемирная организация интеллектуальной собственности (WIPO) в своём докладе 2024 года фиксирует устойчивое отставание России по показателям инновационной активности бизнеса и коммерциализации научных разработок.

Критические уязвимости в сфере микроэлектроники представляют наиболее острую проблему. Россия практически не имела собственного производства современных полупроводников: российские предприятия («Микрон», «Ангстрем») освоили технологические нормы 65–90 нм, тогда как глобальные лидеры (TSMC, Samsung) производят чипы по нормам 3–5 нм. Введённые санкции на поставку передового литографического оборудования создают принципиальные барьеры для преодоления этого разрыва. В 2024 году анонсированы инвестиции в программу «Электронная компонентная база», предусматривающую масштабную локализацию производства чипов.

Программное обеспечение является областью, где российские позиции традиционно были значительно сильнее. По данным Минцифры России, к 2025 году доля отечественного ПО на объектах критической информационной инфраструктуры достигла 78%, что свидетельствует о существенном прогрессе. Вместе с тем в сегментах САПР, ERP-систем корпоративного класса и специализированного инженерного ПО зависимость от зарубежных поставщиков остаётся высокой [9].

Фармацевтика и биотехнологии образуют ещё одну зону критической зависимости. Несмотря на принятую стратегию «Фарма-2030», доля отечественных препаратов в стоимостном выражении на российском рынке составляет около 35%, а в сегменте инновационных биологических препаратов — ещё меньше [10].

Авиационная промышленность исторически являлась областью российского технологического превосходства, однако десятилетия зависимости гражданской авиации от Boeing и Airbus привели к атрофии ряда критических компетенций. Программа МС-21 с отечественным двигателем ПД-14 является важнейшим проектом восстановления компетенций.

По показателю расходов на НИОКР в процентах от ВВП Россия (1,1% в 2023 году) существенно уступает технологическим лидерам. Согласно Указу Президента от 07.05.2024 № 309 и целевым ориентирам Концепции технологического развития, к 2030 году расходы на НИОКР должны возрасти до 2% ВВП [11], а внутренние затраты на исследования и разработки — увеличиться не менее чем на 45% [2].

Государственная инновационная политика: инструменты и результаты

В ответ на технологические вызовы российское государство сформировало многоуровневую систему мер поддержки инновационного развития. Анализ этой системы позволяет оценить её сильные стороны и выявить существенные пробелы.

Федеральные программы импортозамещения. С 2014 года в России реализуются отраслевые планы импортозамещения, охватывающие более 20 секторов экономики. В период 2022–2025 годов их масштаб и финансирование были существенно расширены. Совокупный объём проектов технологического суверенитета достиг 1 трлн рублей [1].Результаты неоднородны: в отдельных секторах (программное обеспечение для гос-

ударственного управления, ряд сегментов сельскохозяйственного машиностроения, отдельные виды химической продукции) достигнуты значительные успехи.

Институты развития образуют важнейший элемент национальной инновационной инфраструктуры. Сколково, ВЭБ.РФ, РФПИ, Фонд содействия инновациям формируют разветвлённую систему поддержки на всём инновационном цикле. ВЭБ.РФ и ГТЛК активно задействуются для льготного кредитования и лизинга в рамках новых национальных проектов [10].

Налоговые инструменты. IT-манёвр 2020 года, снизивший ставку налога на прибыль для IT-компаний до 3% и ставку страховых взносов до 7,6%, стал одной из наиболее успешных мер государственного стимулирования — численность сотрудников в российской IT-отрасли выросла с 750 тысяч в 2020 году до более чем 900 тысяч к 2024 году [9].

Национальные проекты являлись основным инструментом концентрации государственных ресурсов на приоритетных направлениях. В совокупности 7 нацпроектов технологического лидерства за шесть лет (2025–2030) предусматривают вложения в размере 4,38 трлн рублей. Ведущие направления — «Промышленное обеспечение транспортной мобильности» (1,88 трлн руб.) и «Новые атомные и энергетические технологии» (1,25 трлн руб.) [12].

Институциональные изменения 2025 года: новая архитектура технологической политики

2025 год стал переломным с точки зрения формирования правовой и институциональной базы технологического суверенитета России. Совокупность принятых решений позволяет говорить о качественном переходе от ситуативного реагирования к системной технологической политике.

Федеральный закон № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации», принятый 28 декабря 2024 года и вступивший в силу 27 июня 2025 года [3], впервые в отечественной правовой системе создал комплексную законодательную основу для регулирования технологической политики государства. Закон определил цели и задачи технологической политики, закрепил понятия критических и сквозных технологий, установил механизмы карт технологической кооперации — нового инструмента, обязывающего крупные государственные компании участвовать в формировании спроса на отечественные технологии. Субъектами технологической политики закон определил Президента России, Федеральное Собрание, Правительство, Центральный банк и Российскую академию наук [3]. Тем самым впервые за 25 лет в России появился самостоятельный предмет технологической политики с чёткой нормативной основой.

Восемь национальных проектов технологического лидерства (НПТЛ), стартовавших с 1 января 2025 года [4], охватывают: «Новые технологии сбережения здоровья», «Беспилотные авиационные системы», «Новые атомные и энергетические технологии», «Новые материалы и химия», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Средства производства и автоматизации», «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», «Экономика данных и цифровая трансформация государства». В 2026 году к ним добавится девятый — «Биоэкономика». Совокупный объём финансирования НПТЛ на 2026–2028 годы превысит 1,88 трлн рублей, что более чем вдвое превышает объём предыдущего трёхлетнего цикла (0,91 трлн руб.).Принципиальное отличие нового поколения нацпроектов — фокус не на простом импортозамещении, а на создании отечественных оригинальных решений, конкурентоспособных в глобальном масштабе.

Усиленное налоговое стимулирование НИОКР. С 1 января 2025 года повышающий коэффициент для расходов на НИОКР при расчёте налога на прибыль увеличен с 1,5 до 2. Аналогичный коэффициент 2 установлен для исключительных прав на программное обеспечение и базы данных, а также для первоначальной стоимости российского высокотехнологичного оборудования. Дополнительно с 1 января 2025 года введён федеральный инвестиционный налоговый вычет, позволяющий компаниям уменьшать налог на прибыль за счёт расходов на создание и модернизацию основных средств и нематериальных активов [1].

Назначение Минэкономразвития уполномоченным органом в области технологической политики России [1].стало важным шагом к устранению фрагментированности управления. Единый координирующий орган с реальными полномочиями по согласованию действий министерств и институтов развития — давно назревшее решение, которое должно повысить связность и результативность государственных программ технологического развития.

Актуализация перечня приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и структурной адаптации экономики Российской Федерации обеспечила оперативное обновление технологических приоритетов с учётом быстро меняющейся глобальной обстановки. Перечень охватывает ключевые технологические домены: от микроэлектроники и средств производства до биотехнологий и новых материалов.

Таким образом, 2025 год ознаменовался переходом технологической политики России на качественно новый уровень: от набора разрозненных мер к системной архитектуре, имеющей законодательную основу, финансовую обеспеченность и институциональную координацию. Одновременно сохраняются значимые вызовы — прежде всего в части обеспечения качества реализации заявленных программ и привлечения внебюджетного финансирования в соответствии с задачами, поставленными в Указе Президента № 309 [11].

Кадровое обеспечение технологического суверенитета

Человеческий капитал является наиболее значимым и наименее управляемым фактором технологического суверенитета. Россия исторически обладала значительными преимуществами в фундаментальных науках, прежде всего в математике, физике и химии [6]. Это обстоятельство, однако, является одновременно источником «утечки мозгов»: по экспертным оценкам, за период 2022–2024 годов Россию покинуло от 100 до 150 тысяч специалистов в сфере IT и смежных областях.

Масштаб кадрового дефицита в технологическом секторе является одним из ключевых ограничителей достижения технологического суверенитета. По данным Минцифры России и HH.ru, дефицит IT-специалистов в 2024 году составил около 740 тысяч человек [9].Государственная политика в сфере кадрового обеспечения включает расширение контрольных цифр приёма в технические вузы (до 245 тысяч бюджетных мест в год на инженерных и IT-специальностях), программу «Профессионалитет», а также введённый в 2025 году национальный проект «Кадры», аккумулирующий меры по подготовке квалифицированных специалистов для приоритетных отраслей.

Принципиальным недостатком текущей кадровой политики остаётся отсутствие комплексной программы по возвращению уехавших специалистов («программы репатриации»), тогда как опыт Китая, Индии и Израиля убедительно демонстрирует высокую отдачу от целевых программ привлечения соотечественников-учёных и инженеров, работающих за рубежом [8].

Авторская модель управления технологическим суверенитетом

На основании проведённого исследования предлагается концептуальная модель управления технологическим суверенитетом России, структурированная по трём уровням: целевому, инструментальному и контрольному. Модель согласуется с логикой Федерального закона № 523-ФЗ [3], при этом дополняет её аналитическими инструментами стратегического управления.

Целевой уровень предполагает формирование иерархии технологических приоритетов, основанной на двух критериях: стратегической значимости технологии и степени текущей внешней зависимости. По совокупности этих критериев выделяются три группы технологий:

критические — технологии, зависимость от иностранных поставщиков которых несёт непосредственные риски для безопасности (микроэлектроника, телекоммуникационная инфраструктура, средства шифрования);

стратегические — технологии, определяющие долгосрочную конкурентоспособность экономики (искусственный интеллект, биотехнологии, квантовые вычисления, новые материалы);

приоритетные — технологии с высоким потенциалом экспорта (атомная энергетика, космические технологии, программное обеспечение). Такая классификация соответствует категории перечней критических и сквозных технологий, утверждаемых Правительством в соответствии с Федеральным законом № 523-ФЗ [3].

Инструментальный уровень включает шесть групп механизмов реализации: (1) прямое финансирование — государственные расходы на НИОКР, целевые субсидии предприятиям, гранты исследовательским центрам; (2) косвенное стимулирование — налоговые льготы (в том числе повышающий коэффициент 2 с 2025 года), ускоренная амортизация инновационного оборудования; (3) регуляторные инструменты — карты технологической кооперации, требования по локализации закупок; (4) институциональная поддержка — технопарки, венчурный рынок, трансфер технологий из ОПК; (5) кадровая политика — нацпроект «Кадры» · программы подготовки специалистов; (6) международное сотрудничество — БРИКС, ШОС, двусторонние партнёрства.

Контрольный уровень предполагает систему индикаторов мониторинга, включая целевые показатели Концепции технологического развития до 2030 года [2].рост внутренних затрат на НИОКР не менее чем на 45%; увеличение инновационной активности в промышленности в 2,3 раза; рост объёма инновационных товаров и услуг в 1,9 раза; увеличение числа патентных заявок в 2,4 раза. К этим показателям добавляется индикатор Указа Президента № 309 — доведение расходов на НИОКР до 2% ВВП к 2030 году [11].

Стратегические приоритеты инновационной политики на горизонте до 2035 года

На основании проведённого анализа авторы формулируют систему стратегических приоритетов государственной инновационной политики, направленных на обеспечение технологического суверенитета России в горизонте до 2035 года.

Первый приоритет — концентрация ресурсов на ограниченном числе критических технологических направлений вместо распыления усилий. Принятое с 2025 года деление нацпроектов на восемь тематических блоков технологического лидерства отражает именно эту логику, однако практика реализации требует дополнительной приоритизации внутри каждого блока. Для России наиболее перспективными «ставками» являются искусственный интеллект и обработка данных, ядерные технологии, космические системы и промышленное программное обеспечение.

Второй приоритет — принципиальное повышение расходов на НИОКР до целевых ориентиров, закреплённых в Указе Президента № 309: 2% ВВП к 2030 году [11]. Для достижения этой цели необходимо существенно увеличить долю корпоративного финансирования НИОКР, которая в России составляет около 35% (при 65–75% в странах-технологических лидерах) [5].Повышение с 2025 года повышающего коэффициента до 2 для расходов на НИОКР является шагом в правильном направлении, однако для изменения поведения бизнеса необходимы более системные институциональные стимулы.

Третий приоритет — использование механизма карт технологической кооперации, введённого Федеральным законом № 523-ФЗ [3]., для системного преодоления разрыва между академической наукой и реальным сектором. Этот инструмент, обязывающий государственные компании формировать долгосрочный гарантированный спрос на отечественные технологии, призван решить проблему «прототипов на полке» — разработок, не находящих промышленного применения.

Четвёртый приоритет — развитие кластерной политики и формирование технологических кластеров мирового класса. В России наибольшим потенциалом такого рода обладают Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск и наукограды. Механизм инновационных научно-технологических центров (ИНТЦ), введённый Федеральным законом № 216-ФЗ., создаёт правовую основу для подобных образований.

Пятый приоритет — встраивание в незападные технологические цепочки. Переориентация внешнеэкономических связей России создаёт возможности для формирования новых форм технологического сотрудничества в рамках БРИКС, ШОС и двусторонних партнёрств с Китаем, Индией, странами Юго-Восточной Азии и Ближнего Востока.

Заключение

Сравнительный анализ национальных моделей технологической политики свидетельствует об отсутствии универсального решения: каждая из рассмотренных юрисдикций — США, КНР, Европейский союз, Индия — сформировала собственную технологическую автономию, органично встроенную в специфику ресурсного потенциала и геополитического позиционирования страны. Общей закономерностью, однако, выступает принцип стратегической концентрации: ни одному государству не удалось достичь технологического суверенитета посредством равномерного распределения ресурсов по всему спектру направлений — конкурентные позиции формируются в строго определённых приоритетных нишах.

Применительно к России 2025 год ознаменовал качественный сдвиг в институциональном оформлении технологической политики. Принятие Федерального закона № 523-ФЗ, запуск восьми национальных проектов технологического лидерства и обновление системы налогового стимулирования НИОКР создали нормативно-правовую и финансовую инфраструктуру, отсутствие которой прежде существенно снижало результативность государственных программ технологического развития. Вместе с тем институциональные изменения являются необходимым, но недостаточным условием достижения поставленных целей: конечная эффективность принятых мер будет определяться качеством правоприменения, степенью координации между субъектами технологической политики и реальным вовлечением частного сектора в финансирование исследований и разработок.

Первоочередными задачами государственной инновационной политики на ближайшие пять лет являются: выход на целевой показатель 2% ВВП по расходам на НИОКР к 2030 году [11], обеспечение качественной реализации НПТЛ с фокусом на создании коммерчески востребованных продуктов; формирование работающего механизма трансфера технологий через карты технологической кооперации; развитие программ подготовки и привлечения технологических кадров.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: разработка количественных методологий оценки технологического суверенитета; анализ отраслевой специфики механизмов его обеспечения; изучение роли НПТЛ в формировании долгосрочных технологических компетенций России; специальный анализ эффективности новых инструментов (карт технологической кооперации, федерального инвестиционного налогового вычета) в сравнении с инструментами технологической политики стран БРИКС.

Литература

1. TAdviser. Технологический суверенитет России: хроника событий 2024–2025. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Технологический_суверенитет_России (дата обращения: 01.06.2025).
2. Распоряжение Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года». — URL: http://government.ru/docs/all/147621/
3. Федеральный закон от 28 декабря 2024 г. № 523-ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». — URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/51500 (дата обращения: 01.06.2026).
4. Национальные проекты технологического лидерства Российской Федерации 2025–2030. — URL: https://национальныепроекты.рф/new-projects/ (дата обращения: 01.06.2026).
5. ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. Индикаторы инновационной деятельности: 2024. — М.: НИУ ВШЭ, 2024. — 360 с.
6. Глазьев С.Ю. Рывок в будущее: Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. — М.: Книжный мир, 2018. — 768 с.
7. Акбердина В.В. К вопросу о достижении технологического суверенитета Российской Федерации: организационный аспект // Журнал «ЭКО». — 2025. — URL: https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/4884
8. Иванова Н.И. Национальные инновационные системы. — М.: Наука, 2002. — 244 с.
9. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. Итоги реализации национального проекта «Экономика данных» в 2024–2025 гг. — М., 2025.
10. ВЭБ.РФ. Инструменты финансирования технологических проектов в рамках национальных проектов технологического лидерства. — М., 2025. — URL: https://veb.ru (дата обращения: 04.06.2026).
11. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». — URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50726 (дата обращения: 04.06.2026).
12. Ведомости. Расходы на нацпроекты и их ключевые показатели до 2030 года. — 23 марта 2025. — URL: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2025/03/23/1098033-rashodi-na-natsproekti (дата обращения: 04.06.2026).

Technological sovereignty as a strategic priority of Russia's innovation policy

Romanova I.V.

Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

The article examines the concept of technological sovereignty as a key strategic priority of Russia's innovation policy amid growing geopolitical pressure. The content of the concept and its place in the economic security system are clarified. Comparative analysis of national strategies of the USA, EU, China and India is conducted. The key vulnerabilities of Russia's technological base are identified. Special attention is paid to the 2025 institutional reforms: Federal Law No. 523-FZ on Technological Policy, the launch of eight National Projects for Technological Leadership, updated R&D tax incentives and presidential decree targets. An author's three-level model of technological sovereignty management is proposed including target benchmarks, implementation mechanisms and monitoring indicators.

Keywords: technological sovereignty, innovation policy, import substitution, technological security, digital economy, development institutions, state support for innovation, national competitiveness, technological independence, and strategic planning.

References

1. TAdviser. Russia's Technological Sovereignty: Chronicle of Events 2024–2025. Available at: https://www.tadviser.ru (accessed: 01.06.2025).
2. Government of the Russian Federation. Decree No. 1315-r of 20 May 2023 on Approval of the Concept of Technological Development until 2030. Available at: http://government.ru/docs/all/147621/ (accessed: 01.06.2026).
3. Federal Law of 28 December 2024 No. 523-FZ "On Technological Policy in the Russian Federation". Available at: http://www.kremlin.ru/acts/bank/51500
4. National Projects for Technological Leadership of the Russian Federation 2025–2030. Available at: https://xn--m1agf.xn--p1ai/new-projects/ (accessed: 01.06.2026).
5. Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE University. Indicators of Innovation Activity: 2024. Moscow: HSE University, 2024. 360 p. Available at: https://issek.hse.ru (accessed: 02.06.2025).
6. Glaz'ev, S.Yu. Leap into the Future: Russia in the New Technological and World Economic Order. Moscow: Knizhnyi mir, 2018. 768 p. (In Russian)
7. Akberdina, V.V. On the Issue of Achieving Technological Sovereignty of the Russian Federation: Organisational Dimension. ECO Journal. 2025. Available at: https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/4884 (accessed: 02.06.2026). (In Russian)
8. Ivanova, N.I. National Innovation Systems. Moscow: Nauka, 2002. 244 p. (In Russian)

Внедрение медицинских стартапов: экспертный анализ барьеров и решений

Саакян Арам Камоевич
аспирант, Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики, ar.saakyan@mail.ru

Актуальность. Цифровая трансформация здравоохранения и активное внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) открывает широкие возможности для модернизации клинической практики. Однако на этапе коммерциализации и практического внедрения большинство стартапов сталкиваются с высокой «смертностью» проектов.
Цель исследования — выявление и ранжирование ключевых барьеров, препятствующих интеграции инновационных решений в клиническую практику, а также определение приоритетных механизмов их преодоления. *Материалы и методы*. В мае — июне 2026 года проведено закрытое анкетирование экспертов (N = 15), представляющих медицинские стартапы, научно-регуляторный и клинический секторы здравоохранения. Обработка данных выполнялась методами дескриптивной статистики (расчет среднего арифметического (μ) и стандартного отклонения (σ) и частотного контент-анализа (ω).
Результаты. Установлено, что наиболее критические ограничения лежат в финансово-экономической плоскости: отсутствие у клиник целевых бюджетов на закупку инноваций (μ = 4,13) и отсутствие четких механизмов тарификации в системе ОМС (μ = 3,67). В регуляторном и технологическом контурах главными стоп-факторами выступают сложность получения регистрационных удостоверений (μ = 3,33) и дефицит качественных данных для обучения алгоритмов (μ = 3,33). Организационно-кадровые барьеры признаны наименее значимыми, при этом основным препятствием названа высокая операционная нагрузка на врачей (μ = 3,07), а не их консерватизм.
Выводы. Успешная интеграция медицинских инноваций требует комплексного подхода: создания государственных верифицированных датасетов (80,0%), ускорения процедур регуляторной регистрации (73,3%) и внедрения гибких управленческих моделей внутри медицинских организаций (60,0%).
Ключевые слова: медицинские стартапы, барьеры внедрения инноваций, цифровая трансформация, экспертный опрос.

Введение

Актуальность исследования

Инновационная деятельность является стратегическим детерминантом развития национальных социально-экономических систем, включая здравоохранение. Интеграция инноваций в медицинскую практику позволяет повысить качество и доступность медицинской помощи, оптимизируя ресурсы системы, что напрямую влияет на общественное здоровье. Масштабы цифровой трансформации сферы здравоохранения подтверждаются показателями рыночной активности в секторе медицинских технологий. Согласно аналитическим данным, объём мирового рынка цифрового здравоохранения в 2025 году составил около 417 млрд долларов США, со среднегодовым темпом роста на уровне 21%. К 2034 году прогнозируется рост рынка до 2,3 трлн долларов США [1]. В России цифровая трансформация становится одним из приоритетных направлений развития здравоохранения: в рамках проекта «Электронное здравоохранение» с 2017 по 2025 годы было выделено 5,62 млрд рублей для внедрения информационных технологий [2, С. 11, 13], а объём отечественного рынка цифрового здравоохранения по итогам 2022 года достиг 19 млрд рублей [3, С. 151]. Особую значимость и масштаб в последние годы приобрели инновации, использующие технологии искусственного интеллекта (ИИ). С внедрением ИИ в здравоохранении стали возможными: ИИ-диагностика по данным медицинских изображений [4, С. 652-653]; анализ и обработка больших массивов клинических данных; появились предиктивная аналитика, виртуальные клинические исследования; рационализируются производственные процессы и т.д. [5, С. 3].

Особое место в инновационной деятельности занимают стартапы, представляющие собой гибкие бизнес-проекты, ориентированные на коммерциализацию высокотехнологичных разработок для решения конкретных проблем и задач. Стив Бланк (Steve Blank) и Боб Дорф (Bob Dorf), американские предприниматели и эксперты в управлении стартапами, определяют стартап как временную организацию, ориентированную на поиск воспроизводимой и масштабируемой бизнес-модели [6, С. 601]. Эрик Рис (Eric Ries), автор концепции бережливого стартапа, рассматривает стартап как предприятие, внедряющее новый продукт в условиях неопределенности [7, С. 46]. В последние годы наблюдается рост числа медицинских стартапов и объёма их финансирования. В исследовании по данным американских стартапов в здравоохранении авторы показали рост среднего объёма финансирования в расчёте на год с 10,8 млн до 20,9 млн долларов США, с увеличением доли компаний, внедряющих технологии искусственного интеллекта, на 55,3% [8].

Несмотря на динамичное развитие глобального рынка медицинских технологий, стартапы в сфере здравоохранения демонстрируют довольно тревожную статистику выживаемости. Согласно исследованиям Chakraborty I, около 98% цифровых медицинских стартапов находятся на грани банкротства [9]. Серьёзным барьером на пути реализации инноваций в медицине выступает так называемая «долина смерти» - этап, на котором проекты с высоким инновационным потенциалом не достигают стадии внедрения и коммерциализации [10, С. 6]. Дополнительные сложности создает специфика самой сферы здравоохранения, где внедрение новых решений требует не только технологической новизны, но и доказанной клинической эффективности и безопасности. В контуре цифрового здравоохранения данная характеристика описывается понятием «клинической надежности» (от англ. clinical robustness), которое определяется объемом проведенных клинических испытаний, регуляторных документов, независимой валидацией методологии и рецензируемых исследований с доказанным эффектом [11]. Согласно исследованию С. Дэя (S. Day), только 20% медицинских стартапов имели высокий уровень клинической надежности, в то время как у 44% стартапов этот показатель был равен 0 [12].

Объект исследования – процессы внедрения медицинских стартапов в систему здравоохранения

Предмет исследования – барьеры и механизмы (управленческие, организационные, экономические решения), влияющие на успешность внедрения медицинских стартапов в клиническую практику.

Цель исследования – выявление и систематизация барьеров внедрения медицинских стартапов в клиническую практику, а также разработка обоснованных решений по их преодолению на основе экспертного анализа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1) Изучить ключевые тенденции цифровой трансформации здравоохранения и проанализировать специфику медицинских стартапов как формы инновационной деятельности

2) Идентифицировать и систематизировать ключевые барьеры внедрения медицинских стартапов, обуславливающие высокие риски неудач

3) Провести эмпирический экспертный анализ барьеров, оценки степени их значимости ключевыми стейкхолдерами рынка и ранжирования для последующей оптимизации управленческих моделей, а также выявить наиболее эффективные решения для преодоления барьеров при их внедрении.

Материалы и методы

Методологическую основу составляет комплексный подход, включающий аналитические методы изучения научной литературы по проблематике цифровизации здравоохранения со статической обработкой эмпирических данных, полученных в ходе закрытого экспертного анкетирования.

Сбор первичных данных осуществлялся в период с апреля по май 2026 года. Ввиду высокой специфики изучаемой области формирование выборки проводилось методом целевого (критериального) отбора. Общий объем сформированной выборки составил N = 15 экспертов. В выборку были включены представители три основных группы внутри экосистемы медицинских стартапов: проектные команды (33,3%), научно-регуляторный сектор (40,0%), клинический сектор (26,7%). Подробное распределение качественного и количественного состава респондентов представлено в Таблице 1.

Таблица 1
Характеристика выборки респондентов (N=15)

Критерий классификации экспертов	Группы респондентов	Количество (чел.)	Доля в выборке (%)
Основная профессиональная роль	Основатели и участники медицинских стартапов	5	33,3%
	Научные сотрудники / Исследователи (оргздрав)	4	26,7%
	Представители регуляторных органов	2	13,3%
	Клинические эксперты (врачи и ЛПУ-менеджмент с опытом внедрения стартап-решений)	4	26,7%
Практический опыт в проектах	1–2 проекта	7	46,7%
	3–5 проектов	5	33,3%
	Более 5 проектов	1	6,7%
	Опыт участия отсутствует	2	13,3%
Профессиональный стаж в инновациях	Менее 1 года	2	13,3%
	От 1 до 3 лет	7	46,7%
	От 3 до 7 лет	5	33,3%
	Более 7 лет	1	6,7%
География деятельности	Москва / Санкт-Петербург	15	100,0%

Анкетирование носило полностью анонимный характер. Инструментом сбора эмпирического материала послужила авторская анкета, разделённая на специализированные блоки: профессиональный профиль участников (Блок 1); оценка 17 барьеров, сгруппированных по финансово-экономическому, регуляторно-правовому, технологическому, организационно-кадровому направлениям (Блоки 2-5); множественный выбор приоритетных управленческих, финансовых, правовых и технологических решений, способных снизить влияние барьеров (Блок 6).

Методы обработки результатов

Для количественного анализа и ранжирования барьеров, оцененных по 5-балльной шкале, рассчитывались два базовых показателя: среднее арифметическое значение (μ), отражающее центральную тенденцию, и выборочное стандартное отклонение (σ), выступающее мерой вариативности данных и индикатором уровня консенсуса в экспертной группе:

$$\mu = (\sum x_i) / n$$

$$\sigma = \sqrt{\left[\frac{1}{(n-1)}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2\right]},$$

где x_i — индивидуальная оценка i-го респондента, n — общий объем выборки (n = 15). Значения σ - 0 свидетельствуют о высоком уровне согласия респондентов; значения σ > 1,0 указывают на существенную поляризацию мнений участников опроса.

Для качественного анализа Блока 6 (вопросы со стратегическими решениями и механизмами преодоления барьеров) использовался метод расчета относительных частот (ω):

$$\omega = (m / n) * 100\%,$$

где m — абсолютное число респондентов, выбравших конкретный вариант регуляторного или управленческого решения.

Результаты

Финансово-экономические барьеры

В таблице 2 приведены рассчитанные средние значения (μ) и стандартные отклонения (σ) для пяти ключевых финансово-экономических барьеров.

Таблица 2
Статистические показатели оценки финансово-экономических барьеров (N=15)

Код	Деструктивный фактор	Среднее (μ)	Отклонение (σ)
2.4	Отсутствие у медицинских учреждений бюджетов и механизмов для закупки решений у стартапов	**4,13**	0,74
2.5	Несформированность системы тарификации и возмещения затрат из средств ОМС / ВМП	**3,67**	0,82
2.2	Сложность преодоления «долины смерти» (дефицит частных инвестиций, риски окупаемости)	**3,47**	0,83
2.1	Высокая стоимость предрыночной стадии (затраты на R&D и клинические испытания)	**3,40**	0,63
2.3	Сложность получения государственных грантов и выполнения требований к отчетности	**3,27**	1,10

Ключевые ограничения локализуются на стадии его коммерциализации, а не на этапе разработки. Критическим факторов признано отсутствие у медицинских учреждений бюджетов и механизмов для закупки инноваций (барьер 2.4, μ = 4,13), что усугубляется отсутствием или недоработкой системы тарификации инноваций из средств ОМС (барьер 2.1, μ = 3,67). Фактор сложности получения госгрантов (барьер 2.1) при наименьшей значимости демонстрирует наибольший разброс мнений среди экспертов (σ = 1,10), что, может быть связано с опытом и размерами стартап-проектов: для начинающих стартапов это может быть значимым барьером, тогда как для опытных участников и крупных стартапов это понятная и рутинная процедура, не являющаяся барьером.

Регуляторно-правовые барьеры

В данном векторе исследования наибольшую значимость приобретает фактор прохождения государственной регистрации Росздравнадзора и сложностей получения регистрационного удостоверения (барьер 3.1, μ = 3,33), а также несовершенство нормативной базы для медицинских ИТ-продуктов (барьер 3.2, μ = 3,27). Высокий уровень полярности мнений участников по обоим факторам (σ > 1,10) указывает на неоднородность практического опыта участников и различия в институциональных возможностях команд.

Таблица 3
Статистические показатели оценки регуляторно-правовых барьеров (N=15)

Код	Деструктивный фактор	Среднее (μ)	Отклонение (σ)
3.1	Сложность и бюрократизированность получения регистрационного удостоверения (РУ)	**3,33**	1,11
3.2	Несовершенство правовой базы и отсутствие национальных стандартов для цифровых инноваций	**3,27**	1,10
3.3	Сложность соблюдения требований по защите персональных данных (ФЗ-152)	**3,13**	0,99
3.4	Трудности организации клинических испытаний или пилотов на базе ЛПУ	**3,13**	0,74

Технологические барьеры

Таблица 4
Статистические показатели оценки технологических барьеров (N=15)

Код	Деструктивный фактор	Среднее (μ)	Отклонение (σ)
4.1	Низкое качество, неполнота или труднодоступность медицинских данных для обучения алгоритмов	**3,33**	0,72
4.2	Недостаточная технологическая зрелость продукта (ошибки, недоработки интерфейса)	**3,33**	0,90
4.3	Устаревшая техническая база и ИТ-инфраструктура медицинских учреждений	**3,27**	1,03
4.4	Низкий уровень интероперабельности и сложность интеграции в МИС / ЕМИАС	**3,27**	1,28

В группе технологических барьеров зафиксировано довольно равномерное распределение значимости факторов, где лидирующие позиции разделили между собой барьеры 4.1 (проблема качества медицинских данных) и барьер 4.2 (проблема недостаточной технологической зрелости продукта) со средним арифметическим значением μ = 3,33. Отдель-

ного внимания заслуживает проблема интероперабельности и интеграции решений в существующие медицинские информационные системы, по которой зафиксирована максимальная поляризация мнений ($\sigma > 1,28$), что указывает на существенную зависимость успешности внедрения от состояния ИТ-инфраструктуры конкретной медицинской организации.

Организационно-кадровые барьеры

По результатам опроса, организационно-кадровые факторы получили наиболее умеренные оценки в рамках всего исследования, не преодолев порог в 3,5 балла (см. Таблица 5). Главным деструктивным фактором эксперты признали экстремально высокую текущую операционную нагрузку на медицинский персонал (барьер 5.5, $\mu = 3,07$), из-за которой у врачей объективно отсутствует временной ресурс на освоение и интеграцию новых ИТ-инструментов в свою практику. Данная проблема усиливается дефицитом базовых цифровых компетенций (барьер 5.4, $\mu = 2,93$). При этом классические проблемы административного консерватизма (барьер 5.3, $\mu = 2,73$) и сложности проектного менеджмента (барьер 5.2, $\mu = 2,67$) оцениваются респондентами как второстепенные, что указывает на общую психологическую готовность медицинского сообщества к инновациям при условии снижения рутинной нагрузки.

Таблица 5
Статистические показатели оценки организационно-кадровых барьеров (N=15)

Код	Деструктивный фактор	Среднее (μ)	Отклонение (σ)
5.5	Высокая операционная нагрузка: отсутствие времени на обучение и освоение новых инструментов	**3,07**	0,96
5.4	Дефицит цифровых компетенций: недостаточный уровень ИТ-грамотности персонала	**2,93**	0,80
5.1	Сложность и многоступенчатость процедур принятия решений внутри организации	**2,80**	0,77
5.3	Сопротивление персонала изменениям и профессиональный консерватизм	**2,73**	0,88
5.2	Сложность управления внедрением (высокие требования к проектному менеджменту)	**2,67**	0,90

Анализ решений и механизмов преодоления барьеров

На основе ответов экспертов в Блоке 6 определены наиболее перспективные механизмы преодоления барьеров. Все решения распределены по четырем направлениям поддержки (см. Таблица 6).

Таблица 6
Оценка приоритетности механизмов преодоления барьеров (N=15)

Направление поддержки	Предложенные управленческие и регуляторные решения	Доля экспертов, выбравших вариант (ω)
1. Финансово-экономическое	Прямая государственная грантовая поддержка (ФСИ, Сколково и др.)	**80,0%**
	Партнерства с крупными фарм- и медтех-корпорациями	60,0%
	Включение цифровых решений в систему возмещения ОМС / ВМП	53,3%
	Привлечение профильных венчурных фондов и бизнес-ангелов	46,7%
	Налоговые преференции для клиник, закупающих инновации	33,3%
2. Регуляторно-правовое	Упрощение и ускорение процедур регистрации (получение РУ)	**73,3%**
	Масштабирование «регулятивных песочниц» и ЭПР	60,0%
	Разработка единых стандартов проведения пилотов в ЛПУ	53,3%
	Включение ИИ-решений в Клинические рекомендации Минздрава	33,3%
3. Технологическое	Создание централизованных верифицированных датасетов для ИИ	**80,0%**
	Внедрение национальных стандартов обмена данными (HL7 FHIR)	60,0%
	Субсидирование модернизации ИТ-инфраструктуры больниц	60,0%
	Организация специализированных пилотных зон в ведущих ЛПУ	40,0%
4. Кадровое и управленческое	Внедрение адаптивных моделей управления инновациями в ЛПУ	**60,0%**
	Увязка использования ИТ-продуктов с KPI и мотивацией персонала	46,7%
	Введение в штатное расписание ЛПУ менеджеров по инновациям	40,0%
	Междисциплинарные программы обучения (медицина + ИТ)	40,0%

Наиболее востребованными мерами, по мнению экспертов, являются прямая финансовая поддержка на ранних стадиях и доступ к качественным медицинским данным (оба варианта набрали по 80,0%). В финансовом секторе критически важным условием выживания проектов признается синергия с государственными грантами и крупным корпоративным бизнесом. В правовом поле приоритетным вектором эксперты назвали ускорение выдачи регистрационных удостоверений и расширение практики экспериментальных правовых режимом «регулятивных песочниц» - 73,3% и 60,0% соответственно. Для решения технологических проблем, по мнению экспертов, необходимо создание централизованных дата-сетов для обучения ИИ (80,0%), затем отметили необходимость внедрения национальных стандартов обмена данными и обновление ИТ-инфраструктуры самих медицинских учреждений (по 60,0%).

Заключение и выводы

Проведённое исследование позволило выявить ключевые барьеры внедрения медицинских стартапов и обозначить реалистичные направления их преодоления. На основе анализа эмпирических данных сформулированы следующие выводы.

Финансово-экономические барьеры. Главным препятствием для внедрения инноваций является дефицит у медицинских организаций целевых бюджетов и механизмов закупки решений в рамках контрактной системы ($\mu = 4,13$), а также отсутствие отработанных механизмов компенсации затрат через систему ОМС ($\mu = 3,67$).

Регуляторно-правовые барьеры. Прохождение государственной регистрации в Росздравнадзоре ($\mu = 3,33$) и несовершенство нормативно-правовой базы для цифровых медицинских решений ($\mu = 3,27$) выступают значимыми барьерами, особенно для малых стартап-команд без специализированной юридической поддержки, что отражается в высокой поляризации оценок ($\sigma \geq 1,10$).

Технологические барьеры. Ключевыми инфраструктурными проблемами признаны низкое качество и труднодоступность медицинских данных для обучения алгоритмов ($\mu = 3,33$), а также сложность интеграции программных решений в существующие медицинские информационные системы, сопровождающаяся максимальной вариативностью оценок ($\sigma = 1,28$).

Организационно-кадровые барьеры. В среднем они имеют наименьшую значимость, при этом основным ограничителем внедрения инноваций выступает высокая текущая операционная нагрузка на врачей ($\mu = 3,07$), а не их профессиональный консерватизм.

Стратегические решения. В качестве приоритетных мер поддержки эксперты выделили создание государственных верифицированных датасетов для обучения ИИ (80,0%), сохранение прямой грантовой поддержки на ранних стадиях (80,0%), ускорение процедур выдачи регистрационных удостоверений (73,3%) и внедрение гибких моделей управления инновациями в медицинских организациях (60,0%).

В совокупности полученные результаты подчёркивают, что успешное внедрение медицинских стартапов зависит не только от технологической зрелости решений, но и от качества институциональной среды, обеспечивающей их финансирование, регуляторное сопровождение и организационную интеграцию.

Литература

1. Digital Health Market Size, Trends, Growth, Analysis, 2026–2034 // Fortune Business Insights : сайт. — 2026. — Jan. — URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/digital-health-market-100227

2. Орлов Г. М. Цифровое здравоохранение в России: история трех десятилетий развития и тренды перехода к ориентации на пациента // Врач и информационные технологии. — 2024. — № 1. — С. 6–27. — DOI: 10.25881/18110193_2024_1_6.

3. Распопин Д. А. Состояние российского рынка медицинского оборудования и влияние пандемии COVID-19 // Российское предпринимательство. — 2025. — Т. 26, № 1 (171). — С. 149–155. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rossiyskogo-rynka-meditsinskogo-oborudovaniya-i-vliyanie-pandemii-covid-19

4. Бариев И. И. Искусственный интеллект и машинное обучение в диагностировании заболеваний легких: обзор программного обеспечения // Программные продукты и системы. — 2025. — № 4. — С. 652–661. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-i-mashinnoe-obuchenie-v-diagnostirovanii-zabolevaniy-legkih-obzor-programmnogo-obespecheniya

5. Хасанова Д. Д., Виноградова Н. В. Интеграция искусственного интеллекта в экономику: перспективы и риски // Human Progress. — 2024. — № 8. — С. 1–9. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-iskusstvennogo-intellekta-v-ekonomiku-perspektivy-i-riski

6. Бланк С., Дорф Б. Стартап: настольная книга основателя / пер. с англ. — М. : Альпина Паблишер, 2025. — 624 с. — ISBN 978-5-9614-6035-3.

7. Раева И. В. Стартап: понятие, особенности, методы оценки // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2021. — № 6 (237). — С. 45–55. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/startap-ponyatie-osobennosti-metody-otsenki

8. Ganeshan S., Goldstein J., Sohn Y.-J. et al. Impact of COVID-19 on characteristics and funding of U.S. healthcare startups: Retrospective review // JMIR Formative Research. — 2024. — Vol. 8. — Art. e56327. — DOI: 10.2196/56327. — URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11387907/

9. Chakraborty I., Ilavarasan P. V., Edirippulige S. Health-tech startups in healthcare service delivery: A scoping review // Social Science & Medicine. — 2021. — Vol. 278. — Art. 113949. — DOI: 10.1016/j.socscimed.2021.113949.

10. Хрусталев М. В. Преодоление «долины смерти» в медицинских научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах: актуальность и ключевые проблемы // Реальная клиническая практика: данные и доказательства. — 2025. — Т. 5, № 3. — С. 5–13. — DOI: 10.37489/2782-3784-myrwd-078. — EDN: OGPDTB.

11. Marshall J., Yurkovic A., Thames T., Parekh A. A narrow definition of clinical robustness // Journal of Medical Internet Research. — 2023. — Vol. 25. — Art. e41715. — DOI: 10.2196/41715.

12. Day S., Shah V., Kaganoff S., Powelson S., Mathews S. C. Assessing the clinical robustness of digital health startups: Cross-sectional observational analysis // Journal of Medical Internet Research. — 2022. — Vol. 24, № 6. — Art. e37677. — DOI: 10.2196/37677. — URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9253972/

Integration of innovative startup projects into practical healthcare: an analysis of barriers and strategic solutions

Saakian A.K.

St. Petersburg University of Management Technologies and Economics

Background. The digital transformation of healthcare and the active deployment of artificial intelligence (AI) technologies offer profound opportunities for modernizing clinical practice. However, at the stage of commercialization and practical implementation, the majority of MedTech startups experience a high project mortality rate.

Objective. The study aims to identify and rank the key barriers impeding the integration of innovative solutions into clinical practice, as well as to determine priority mechanisms for overcoming them.

Materials and Methods. In May–June 2026, a closed expert survey (N = 15) was conducted among representatives of medical startups, the scientific/regulatory sector, and the clinical healthcare sector. Data processing was performed using descriptive statistics: calculation of the arithmetic mean (μ), standard deviation (σ) and frequency analysis (ω).

Results. It was established that the most critical constraints lie within the financial and economic domain: namely, the lack of dedicated budgets in clinics for purchasing innovations (μ = 4.13) and the absence of clear tariff-setting mechanisms within the Compulsory Health Insurance (CHI) system (μ = 3.67). In the regulatory and technological frameworks, the primary bottlenecks are the complexity of obtaining marketing authorizations/medical device registration certificates (μ = 3.33) and a shortage of high-quality data for training algorithms (μ = 3.33). Organizational and human resource barriers were recognized as the least significant, with the heavy operational workload on physicians named as the main obstacle (μ = 3.07), rather than their professional conservatism.

Conclusions. The successful integration of medical innovations requires a comprehensive approach: the creation of state-verified datasets (80.0%), the acceleration of regulatory registration procedures (73.3%), and the implementation of agile management models within healthcare organizations (60.0%).

Keywords: medical startups, innovation implementation barriers, digital transformation, expert survey.

References

1. Digital Health Market Size, Trends, Growth, Analysis, 2026–2034. Fortune Business Insights. 2026 Jan. Available from: https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/digital-health-market-100227
2. Orlov GM. Tsifrovoe zdravookhranenie v Rossii: istoriya trekh desyatiletii razvitiya i trendy perekhoda k orientatsii na patsienta [Digital healthcare in Russia: the history of three decades of development and trends in the transition to patient orientation]. Vrach i informatsionnye tekhnologii. 2024;(1):6-27. doi:10.25881/18110193_2024_1_6.
3. Raspopin DA. Sostoyanie rossiiskogo rynka meditsinskogo oborudovaniya i vliyanie pandemii COVID-19 [The state of the Russian medical equipment market and the impact of the COVID-19 pandemic]. Rossiiskoe predprinimatel'stvo. 2025;26(1):149-155. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-rossiyskogo-rynka-meditsinskogo-oborudovaniya-i-vliyanie-pandemii-covid-19
4. Bariev II. Iskusstvennyi intellekt i mashinnoe obuchenie v diagnostirovanii zabolevanii legkikh: obzor programmnogo obespecheniya [Artificial intelligence and machine learning in diagnosing lung diseases: a software review]. Programmnye produkty i sistemy. 2025;(4):652-661. Available from:
5. Khasanova DD, Vinogradova NV. Integratsiya iskusstvennogo intellekta v ekonomiku: perspektivy i riski [Integration of artificial intelligence into the economy: prospects and risks]. Human Progress. 2024;(8):1-9. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-iskusstvennogo-intellekta-v-ekonomiku-perspektivy-i-riski
6. Blank S, Dorf B. Startap: nastol'naya kniga osnovatelya [The startup owner's manual]. Moscow: Al'pina Pablisher; 2025. 624 p.
7. Raeva IV. Startap: ponyatie, osobennosti, metody otsenki [Startup: concept, features, and evaluation methods]. Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii. 2021;(6):45-55. Available from: https://cyberleninka.ru/article/n/startap-ponyatie-osobennosti-metody-otsenki [Accessed 2026 Apr 21].
8. Ganeshan S, Goldstein J, Sohn YJ, et al. Impact of COVID-19 on characteristics and funding of U.S. healthcare startups: retrospective review. JMIR Form Res. 2024;8:e56327. doi:10.2196/56327. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11387907/
9. Chakraborty I, Ilavarasan PV, Edirippulige S. Health-tech startups in healthcare service delivery: a scoping review. Soc Sci Med. 2021;278:113949. doi:10.1016/j.socscimed.2021.113949.
10. Khrustalev MV. Preodolenie «doliny smerti» v meditsinskikh nauchno-issledovatel'skikh i opytno-konstruktorskikh rabotakh: aktual'nost' i klyuchevye problemy [Overcoming the "valley of death" in medical research and development: relevance and key problems]. Real'naya klinicheskaya praktika: dannye i dokazatel'stva. 2025;5(3):5-13. doi:10.37489/2782-3784-myrwd-078.
11. Marshall J, Yurkovic A, Thames T, Parekh A. A narrow definition of clinical robustness. J Med Internet Res. 2023;25:e41715. doi:10.2196/41715.
12. Day S, Shah V, Kaganoff S, Powelson S, Mathews SC. Assessing the clinical robustness of digital health startups: cross-sectional observational analysis. J Med Internet Res. 2022;24(6):e37677. doi:10.2196/37677. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9253972/

Инновационный риск массового пользователя в диффузии генеративного искусственного интеллекта: эмпирическая оценка и импликации для инновационной политики

Соколов Александр Владимирович
к. филол. наук, доцент кафедры массовых коммуникаций и медиабизнеса, Финансовый университет при Правительстве России, alvsokolov@fa.ru,

Соколов Глеб Александрович
аспирант, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, sokolovga@student.bmstu.ru

Генеративный искусственный интеллект проходит фазу стремительной массовой диффузии. Ключевым субъектом освоения инновации становится уже не ИТ-специалист, а рядовой пользователь, не обладающий техническим бэкграундом. Это смещает профиль технологического риска: безопасность ИИ-сервиса перестаёт быть сугубо инженерной характеристикой и превращается в экономическую — в условие доверия, от которого зависят инновационный климат и цифровая трансформация отраслей. В работе этот риск оценивается эмпирически. Постлабораторное анкетирование первокурсников гуманитарно-коммуникационного направления (n=70) показало, что 95,7 % опрошенных преодолели все основные уровни защиты платформы Gandalf (Lakera AI), не выходя за пределы естественно-языковых приёмов: форматирования и декомпозиции знака (M=2,00), переключения языковой кодовой системы (M=1,29), косвенного семантического извлечения (20,3 % открытых ответов), прагматического давления. Микроданные сопоставлены с макрокартиной краудсорсингового эксперимента Gandalf-RCT (279 675 промптов) и с задокументированными случаями обхода фильтров в системах генерации изображений (Шедеврум/Яндекс, Midjourney, DALL-E 3). Картина сквозная: барьер срабатывает против того, кто не знает об уязвимости, и не срабатывает против того, кто знает, — а рост бытовой ИИ-грамотности неуклонно переводит пользователей из первой категории во вторую. Отсюда вывод, значимый для экономики инноваций: массовый нетехнический освоение инноваций представляет собой самостоятельный и недооценённый источник инновационного риска, не покрываемый поверхностными методами защиты. Сформулированы импликации для инновационной политики, отраслевого внедрения ИИ и управления риском на жизненном цикле инновации.

Ключевые слова: экономика инноваций, диффузия инноваций, генеративный искусственный интеллект, цифровая трансформация, инновационный риск, технологический риск, инновационный климат, абсорбционная способность, доверие к технологии, нетехнический пользователь.

Введение

Генеративный искусственный интеллект уместнее описывать не как лабораторную разработку, а как инновацию общего назначения в фазе массовой диффузии: за считанные годы ИИ-ассистенты разошлись по профессиям, отраслям и быту. Вместе с ними диффундирует и менее очевидное свойство — уязвимость. Атаки внедрения инструкций в промпт (prompt injection) — прагматическое воздействие на модель с целью обхода её ограничений — не требуют знания архитектуры трансформеров, токенизации или адверсариального машинного обучения (adversarial machine learning): достаточно владения естественным языком и осведомлённости о самом существовании уязвимости. Для экономиста это значит, что издержки атаки на инновацию близки к нулю, а риск распределён по всей массе пользователей.

Дискуссия о безопасности ИИ традиционно выстроена вокруг технически компетентного агрессора — специалиста по кибербезопасности, исследователя, хакера с инструментами автоматизации. Но теория диффузии инноваций смещает фокус: по мере перехода технологии от ранних энтузиастов к позднему большинству её типичным пользователем становится неспециалист [17], и именно его повседневное поведение, а не редкие действия эксперта, формирует профиль риска инновации. Регулярный нетехнический пользователь способен к результативным обходам без всякой технической подготовки, а в экономико-инновационной литературе этот профиль угрозы почти не описан.

Эмпирические сигналы множатся. Число подтверждённых уязвимостей prompt injection на платформе HackerOne выросло за год на 540 % [7]; Jaiswal et al. [10] подтвердили, что открытые LLM по-прежнему уязвимы перед текстовыми манипуляциями. Показательна и картина в экономически значимом домене генерации изображений: Midjourney в 50 % случаев выдавала запрещённые изображения политиков при подмене имени описанием внешности [3], а российский «Шедеврум» (Яндекс) пропускал образ Дональда Трампа при замене имени предвыборным слоганом [9]. Разные отрасли, продукты и страны — а механизм один, и он чисто лингвистический.

Цель статьи — обосновать, что регулярный нетехнический пользователь представляет собой самостоятельный и недооценённый источник инновационного риска в диффузии генеративного ИИ, и вскрыть экономические причины этого явления на материале эмпирических данных, литературы и задокументированных кейсов. Для этого решаются четыре задачи: выстроить теоретическую рамку, связывающую диффузию инновации с её риск-профилем; систематизировать естественно-языковую структуру ненаправленных стратегий обхода защит; представить результаты постлабораторного анкетирования (n=70) студентов-гуманитариев, регулярно использующих ИИ; на основе трёхуровневой модели взломоустойчивости сформулировать импликации для инновационной политики и отраслевого внедрения ИИ.

Обзор литературы

Генеративный ИИ как диффундирующая инновация: теоретическая рамка

Опорная для анализа идея восходит к А. Шумпетеру: ценность инновации реализуется не в момент изобретения, а в ходе её распространения и хозяйственного освоения [1]. Теория диффузии инноваций [17] формализует этот процесс: принятие новшества проходит через категории пользователей — от новаторов к раннему и позднему большинству, и массовость наступает на поздних стадиях, когда технологией пользуются люди без специальной подготовки. Способность субъекта освоить и продуктивно применить новое знание описывается понятием абсорбционной способности [5]; её бытовым аналогом для ИИ выступает ИИ-грамотность — у которой, как будет показано, есть оборотная сторона.

Любая диффундирующая технология несёт сопряжённый риск, методология учёта которого закреплена в международных стандартах инновационной статистики [13]. У генеративного ИИ риск, во-первых, экстернален — уязвимость продукта затрагивает отрасли, граждан и институты, где инновация применяется; во-вторых, эндогенен диффузии: чем шире распространение и выше пользовательская грамотность, тем больше агентов способны эту уязвимость реализовать. Отсюда парадокс: фактор, ускоряющий освоение инновации, одновременно расширяет её поверхность риска.

Таксономии атак на языковые модели

К 2025–2026 годам сложилось несколько конкурирующих классификаций угроз для LLM. C. Pathade [15] систематизировал свыше 1 400 джейлбрейков против GPT-4 и Claude 2, выделив ролевые игры, гипотетические сценарии и апелляции к авторитету — репертуар, не требующий технической компетентности. S. Schulhoff et al. [18] по итогам соревнования HackAPrompt описали семь суперкатегорий атак, ни одна из которых не требует знания программного кода: успешная атака — это управление подразумеваемыми смыслами языка.

P. Correia et al. [6] свели 88 исследований по защите к трём уровням: входная фильтрация (input guardrails), иерархизация инструкций и выходная фильтрация. W. Hackett et al. [8] показали, что промышленные системы (Azure Prompt Shield, Meta's Prompt Guard) обходятся с эффективностью, близкой к 100 %, простейшими манипуляциями — разрывом слова пробелами, транслитерацией, вставкой символов. Вывод: защита работает на уровне плана выражения (токена), тогда как атакующий оперирует планом содержания, обходя фильтр вариативностью означающего при стабильном означаемом.

Атаки на системы генерации изображений

Параллельный и не менее значимый корпус исследований сложился вокруг систем text-to-image (генерация изображения по текстовому описанию, «текст-в-изображение»). Z. Ba et al. [2] предложили фреймворк SurrogatePrompt, заменяющий чувствительные сегменты промпта нейтральными описаниями-суррогатами, и достигли 88 % обходов фильтра Midjourney — операцией уровня лексической замены, воспроизводимой пользователем вручную. W. Choi et al. [4] в фреймворке PC² формализовали подмену имени описанием внешности и перевод запроса на «удалённые» языки — приёмы, совпадающие с задокументированными нами стратегиями. J. Padolsey [14] описал для DALL-E 3 «аллюзивную атаку», «дрейф политики» и «вставку истории», опирающиеся на риторику, а не на технические знания.

Gandalf-RCT: краудсорсинговый профиль атак

Официальная статья команды Lakera «Gandalf the Red: Adaptive Security for LLMs» [16] опирается на рандомизированный эксперимент масштаба 279 675 промптов, 36 286 сессий и 15 448 пользователей из широкой публики. Введённый авторами фреймворк D-SEC (Dynamic Security-Utility Threat Model) формализует компромисс между AFR (Attack Failure Rate) и SCR (Session Completion Rate). Принципиально, что к эксперименту привлекались не профессиональные редтимеры, а случайные интернет-пользователи, — это делает датасет прямым свидетельством атакующих возможностей нетехнической аудитории при массовом доступе к ИИ.

Материалы и методы

Исследование смешанное (mixed-methods): теоретико-аналитическая проработка литературы и кейсов сочетается с учебным эмпирическим компонентом — постлабораторным анкетированием. Объект анализа — поведение массовых нетехнических пользователей генеративного ИИ при взаимодействии с защитными механизмами; предмет — порождаемый этим поведением инновационный риск и его экономические импликации. Нетехнический пользователь рассматривается как эмпирический аналог «позднего большинства», то есть типичный, а не маргинальный носитель технологии.

Gandalf — геймифицированная краудсорсинговая площадка Lakera AI для red teaming (состязательного тестирования защищённости модели, «красная команда») LLM [11]. За три дня до анкетирования студенты самостоятельно проходили уровни Gandalf (1–8), пытаясь извлечь секретный пароль при нарастающей защите. Анкета — анонимная HTML-форма из пяти блоков (профиль, игровой опыт, самооценка 11 векторов атак по шкале 0–3, стратегия, рефлексия), порождающая JSON-объект без персональных идентификаторов.

Первичный массив — 76 записей; после дедупликации по временной метке осталось 70 уникальных анкет. Выборка однородна: бакалавриат, первый курс, направление «Реклама и связи с общественностью» Финансового университета, возраст 17–21 год (M=18,54), 82,9 % — женщины. Решающий признак — другой: регулярное или ежедневное обращение к ИИ-ассистентам отметили 92,8 % опрошенных при отсутствии технической специализации. Это и операционализирует фигуру массового нетехнического пользователя — центрального объекта исследования.

Количественную часть мы обрабатывали средствами описательной статистики, рассчитывая 95-процентные доверительные интервалы (для пропорций — интервал Вилсона). 69 открытых ответов прошли ручное тематическое кодирование, причём одному ответу могло присваиваться сразу несколько категорий. Сопоставление с Gandalf-RCT и литературными кейсами носит аналитический характер — не статистический.

Результаты

Все основные уровни защиты преодолели 67 из 70 участников (95,7 %; 95 % ДИ 88,1–98,5 %); бонусный восьмой уровень — 60 человек (85,7 %; 95 % ДИ 75,7–92,1 %). Медиана времени прохождения составила 38 минут. Тактику обсуждали с одногруппниками 45 из 70 (64,3 %) — поведение, которое точно воспроизводит реальную модель коллективного пользования ИИ-сервисами. Труднее всего, по субъективным оценкам, давались уровни с комбинированной защитой: восьмой — 75,7 %, седьмой — 38,6 %, шестой — 18,6 % (см. табл. 1).

Таблица 1
Распределение по максимальному достигнутому уровню (n=70)

Достигнутый уровень	n	%
Все 7 + бонусный уровень 8	60	85,7
Все 7 основных уровней	7	10,0
Уровни 1–5	1	1,4
Уровни 1–3	1	1,4
Не прошёл уровень 1	1	1,4

Самооценка 11 приёмов по шкале 0–3 расставила акценты так. Лидирует блок технических и структурных уловок (M=1,54; применяли 97,1 %), почти вплотную за ним — лингвистические и переводческие приёмы (M=1,44; те же 97,1 %). Если же смотреть на отдельные векторы, ярче всего выделяется форматирование и декомпозиция слова (M=2,00), следом — игра слов и синонимия (M=1,59). Полная раскладка приведена в табл. 2.

Таблица 2
Самооценка векторов атак (n=70, шкала 0–3)

Вектор атаки	n	M	Осн. стр. (3)
Г1 Разделение / форматирование слова	69	2,00	25 (36,2 %)
А2 Игра слов / синонимы	70	1,59	10 (14,3 %)
В1 Срочность / давление	68	1,41	15 (22,1 %)
Г2 Кодировки / шифры	69	1,39	11 (15,9 %)
Б1 Гипотетический сценарий / нарратив	70	1,37	13 (18,6 %)
А1 Перевод / смена языка	70	1,29	7 (10,0 %)
Г3 Flood / перегрузка контекста	69	1,22	11 (15,9 %)
В3 Обратная психология	69	1,06	7 (10,1 %)
Б3 Смена правил игры	69	1,04	6 (8,7 %)
Б2 Навязывание роли / System override	70	0,91	7 (10,0 %)
В2 Лесть / апелляция к авторитету	69	0,83	9 (13,0 %)

Ручное кодирование 69 открытых ответов вывело четыре ведущие категории: перевод / транслитерация / смена языка (24,6 %), форматирование и декомпозиция слова (21,7 %), косвенное семантическое извлечение (20,3 %), реверс / зеркальное написание (17,4 %). Формулировки респондентов показательны: «попросила написать пароль азбукой Морзе», «написать пароль в виде п-а-р-о-л-ь», «на арабском задом наперёд», «в двоичной системе — сработало трижды», «придумывала развёрнутый сценарий и в конце делала намёк». Ни один приём не выходит за границы естественно-языковых операций (см. табл. 3).

Таблица 3
Категории открытых ответов (n=69, множественное кодирование)

Категория	n	% от n=69
Перевод / транслитерация / смена языка	17	24,6
Форматирование и декомпозиция слова	15	21,7
Косвенное семантическое извлечение	14	20,3
Реверс / зеркальное написание	12	17,4
Социальная манипуляция / ложь / давление	11	15,9
Кодировки и шифры	10	14,5
Нарратив / ролевой контекст / песня / история	6	8,7
Прямой / неясный запрос	3	4,3

Рефлексия участников показала сдвиг в восприятии: 47,1 % (33/70; 95 % ДИ 35,9–58,7 %) были удивлены лёгкостью манипулирования ИИ, 35,7 % (25/70; 95 % ДИ 25,5–47,4 %) сочли абсолютно безопасный ИИ «практически невыполнимым — язык слишком гибок», и лишь 8,6 % восприняли опыт как подтверждение надёжности систем.

Обсуждение

Лингвистическая природа нетехнических атак

Доминирование форматирования и декомпозиции слова (M=2,00; основная стратегия у 36,2 % участников) объясняется несоответствием между уровнем работы фильтра и уровнем, на котором конституируется смысл: фильтр распознаёт и блокирует токен, тогда как атака переходит на графемный или фонетический уровень, оставаясь прозрачной для человека, но «невидимой» для поверхностной фильтрации. В терминах соссюровской семиотики — это эксплуатация вариативности означающего при инвариантности означаемого. W. Hackett et al. [8] показали ту

же структуру на промышленных guardrail-системах: простейшие манипуляции (вставка символов, разделение слова) дают эффективность, близкую к 100 %.

Лингвистические и переводческие стратегии (группа A, M=1,44) работают через переключение кодовой системы: фильтр, настроенный на один язык, не имеет ограничения в другом кодовом пространстве. Психологические стратегии (группа B) в терминах теории речевых актов (Austin, Searle) суть операции над иллокутивной силой: пропозициональное содержание неизменно (получить пароль), а иллокутивный контекст переформулируется как срочная помощь, дружеское взаимодействие или ролевой нарратив.

Те же паттерны воспроизводятся в смежной и экономически чувствительной области генерации изображений. Российский «Шедеврум» (Яндекс) пропускал образ Дональда Трампа при замене имени предвыборным слоганом [9], а Midjourney, по проверке CCDH, обходилась в 50 % тестов подменой имени описанием внешности [3]; те же интуитивные приёмы формализованы в академических фреймворках SurrogatePrompt [2] и PC² [4]. Для отраслевого внедрения ИИ (медиа, реклама, креативные индустрии) это переводит абстрактную уязвимость в плоскость прямых репутационных и регуляторных издержек.

Трёхуровневый анализ взломоустойчивости LLM

Рассмотренный материал позволяет разграничить три уровня взломоустойчивости LLM по отношению к нетехническому пользователю. Уровень 1 — поверхностная, токен-уровневая фильтрация. Вывод твёрд: против лингвистически грамотного нетехнического пользователя этот уровень уязвим с высокой надёжностью. Сходятся три независимые линии — наши данные (95,7 % успеха примерно за 40 минут), материалы Gandalf-RCT [16] и техническая верификация W. Hackett et al. [8]. Граница защиты проходит не между специалистом и профаном, а между знающим о существовании уязвимости и не догадывающимся о ней; при таком подходе к фильтрации механизм структурно неустраним.

Уровень 2 — глубинная защита (выравнивание методом RLHF — обучение с подкреплением на основе обратной связи человека; Constitutional AI, «конституционный ИИ»). Здесь данные подкрепляют гипотезу, но не дают категорического вывода: P. Jaiswal et al. [10] и C. Pathade [15] фиксируют уязвимость выровненных моделей перед рассуждающими промптами и ролевыми сценариями, хотя результативность ниже, а итераций больше. Нетехнический пользователь с настойчивостью и базовым пониманием принципа атаки способен преодолеть и этот рубеж, но менее предсказуемо.

Уровень 3 — причинение реального вреда через обход защиты. Этот уровень требует не только лингвистической компетентности, но и предметного знания о том, какую вредоносную информацию извлекать и как её использовать. Здесь имеющихся данных недостаточно для вывода — и это важная исследовательская граница.

Осведомлённость как вектор угрозы

Данные рефлексии обнаруживают важную динамику: до лабораторной работы 47,1 % студентов не подозревали, что обойти LLM настолько просто; после — знают. С позиций экономики инноваций здесь проступает парадокс: каждая обучающая активность или публичная дискуссия о prompt injection снижает барьер между «безобидным» пользователем и потенциальным нарушителем. Рост ИИ-грамотности наращивает абсорбционную способность популяции — и одновременно её атакующий потенциал; один и тот же человеческий капитал служит и ресурсом цифровой трансформации, и фактором инновационного риска.

Показательно совпадение наших данных с Gandalf-RCT по структуре атак: ведущие категории RCT-датасета [12] зеркально ложатся на студенческие самоотчёты — Non-English соответствует переводу и смене языка (24,6 %), Input obfuscation — форматированию, реверсу и шифрам (21,7 + 17,4 + 14,5 %), Persuasion — давлению и манипуляции (15,9 %), Context override — нарративно-ролевому контексту (8,7 %), Output fiction — косвенному семантическому извлечению (20,3 %). Совпадение неслучайно: оно указывает на универсальные воспроизводимые стратегии, которые нетехнические пользователи открывают независимо друг от друга, то есть на закономерность диффузии, а не артефакт выборки.

Импликации для инновационной политики и отраслевого внедрения

Из рассмотренного следуют четыре импликации для инновационной политики и отраслевого освоения ИИ. Первое: поверхностная токен-уровневая фильтрация структурно недостаточна — она прикрывает риск со стороны незнающих об уязвимостях, но не тех, кто знает, а по мере роста публичного дискурса второй пул расширяется. Эффективная защита требует переноса инвестиций с лексического уровня на уровень семантических намерений и прагматического контекста [6]: для экономики инноваций это означает смещение НИОКР-приоритетов и, возможно, отраслевых стандартов безопасности.

Второе: многоуровневая защита (defense-in-depth) необходима, но недостаточна — бонусный восьмой уровень Gandalf прошли 85,7 % участников [16]. Инновационный риск разумнее мыслить динамически, как сопровождение технологии на всём жизненном цикле; адаптивные сессионные механизмы перспективнее наращивания статических фильтрующих слоёв.

Третье: необходима переориентация модели угроз. Стандартная модель кибербезопасности предполагает технически компетентного атакующего, тогда как существенная доля успешных обходов приходится на нетехнических пользователей с одной лишь языковой компетентностью. Поэтому red teaming должен систематически включать массовую нетехническую аудиторию, а не только профессионалов.

Четвёртое: дефицит доверия к ИИ — барьер цифровой трансформации. Если безопасность не гарантирована против рядового пользователя, отрасли с высокой репутационной и регуляторной чувствительностью (финансы, медиа, госуправление, образование) откладывают внедрение, и вклад инновации в конкурентоспособность не реализуется. Отсюда двоякая повестка: развивать массовую ИИ-грамотность как элемент инновационного климата и человеческого капитала — и встраивать в неё нормы ответственного использования, удерживающие абсорбционную способность от перерождения в источник риска.

Ограничения

Выборка малая и однородная (n=70, одна специализация, один вуз), поэтому результаты не обобщаемы на технические специальности и иные образовательные системы; данные — самоотчёт, не верифицированный игровыми логами, а сравнение с Gandalf-RCT аналитическое, не статистическое. Gandalf — упрощённая среда по сравнению с производственными LLM, хотя данные Hackett et al. [8] частично закрывают этот разрыв для поверхностных guardrail-систем. Кейсы генерации изображений относятся к мультимодальным системам, не тождественным текстовым LLM. Наконец, экономические импликации носят характер аналитической экстраполяции и нуждаются в проверке на отраслевых и региональных массивах.

Заключение

Исследование даёт эмпирически подкреплённый ответ: массовый нетехнический пользователь — самостоятельный источник инновационного риска в диффузии генеративного ИИ. Вывод твёрд для первого уровня защиты (поверхностная токен-уровневая фильтрация) и аналитически поддержан для второго (глубинное выравнивание).

Семьдесят студентов-гуманитариев без технической подготовки преодолели защиту Gandalf в 95,7 % случаев за медианные 38 минут, оставаясь в рамках естественно-языковых приёмов; те же приёмы зафиксированы в кейсах генерации изображений и в макроданных Gandalf-RCT. Доминирующие стратегии — прагматические операции над знаком, доступные любому носителю языка; поверхностная фильтрация их не покрывает, работая на уровне токенов, тогда как атака разворачивается на уровне семантики и прагматики. С ростом бытовой ИИ-грамотности (92,8 % выборки) пул носителей такого риска расширяется вместе с диффузией технологии.

Перспективны верификация результатов на объективных (логовых) данных и разнородных выборках (специализации, уровень подготовки, языки), лонгитюдный анализ того, как пользовательский опыт меняет атакующую интуицию, а также эмпирическая оценка экономических эффектов — связи между воспринимаемой безопасностью ИИ, доверием и скоростью отраслевой и региональной цифровой трансформации.

Литература

1. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития / Й. А. Шумпетер ; пер. с нем. — Москва : Прогресс, 1982. — 455 с. — Текст : непосредственный.

2. Ba Z. SurrogatePrompt: Bypassing the Safety Filter of Text-to-Image Models via Substitution / Z. Ba, J. Zhong, J. Lei [et al.] // Proceedings of the 2024 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. — New York : ACM, 2024. — P. 1166–1180. — DOI 10.1145/3658644.3690346.

3. Centre for Countering Digital Hate. AI Election Misinformation: Midjourney AI Produces Misleading Images of Biden and Trump in 50% of Test Cases — Despite Promising to Ban Fake Photos of Presidential Candidates : сайт. — 2024. — 5 June. — URL: https://counterhate.com/blog/midjourney-ai-produces-misleading-images-of-biden-and-trump-in-50-of-test-cases-despite-promising-to-ban-fake-photos-of-presidential-candidates/ (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

4. Choi W. PC²: Politically Controversial Content Generation via Jailbreaking Attacks on GPT-based Text-to-Image Models / W. Choi, M. Seo, M. Song [et al.] // arXiv. — 2026. — arXiv:2601.05150. — Текст : электронный.

5. Cohen W. M. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation / W. M. Cohen, D. A. Levinthal // Administrative Science Quarterly. — 1990. — Vol. 35, № 1. — P. 128–152. — DOI 10.2307/2393553.

6. Correia P. H. B. A Systematic Literature Review on LLM Defenses Against Prompt Injection and Jailbreaking: Expanding NIST Taxonomy / P. H. B. Correia, R. W. Achjian, D. E. G. C. de Oliveira [et al.] // arXiv. — 2026. — arXiv:2601.22240. — Текст : электронный.

7. HackerOne. HackerOne Launches Agentic Prompt Injection Testing as AI Vulnerabilities Surge 540% : пресс-релиз. — 2026. — 18 March. — URL: https://www.hackerone.com/press-release/hackerone-launches-agentic-prompt-injection-testing-ai-vulnerabilities-surge-540 (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

8. Hackett W. Bypassing LLM Guardrails: An Empirical Analysis of Evasion Attacks against Prompt Injection and Jailbreak Detection Systems / W. Hackett, L. Birch, S. Trawicki [et al.] // arXiv. — 2025. — arXiv:2504.11168. — Текст : электронный.

9. HiveTyrant89. Яндекс.Разврат или анти-этичный ИИ // Хабр : сайт. — 2025. — 16 апр. — URL: https://habr.com/ru/articles/901382/ (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

10. Jaiswal P. Analysis of LLMs Against Prompt Injection and Jailbreak Attacks / P. Jaiswal, A. Pratap, S. Saraswati [et al.] // arXiv. — 2026. — arXiv:2602.22242. — Текст : электронный.

11. Lakera AI. Gandalf: Build AI Security Awareness with Gandalf : сайт. — URL: https://www.lakera.ai/gandalf (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

12. Lakera AI. Gandalf-RCT: Crowdsourced Red Teaming Dataset : набор данных. — URL: https://huggingface.co/datasets/Lakera/gandalf-rct (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

13. OECD, Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. — 4th ed. — Paris : OECD Publishing ; Luxembourg : Eurostat, 2018. — 256 p. — DOI 10.1787/9789264304604-en. — Текст : электронный.

14. Padolsey J. Using History Insertion, Policy Drift and Allusions to Jailbreak DALL·E 3 // Medium : сайт. — 2023. — 15 Oct. — URL: https://padolsey.medium.com/jailbreaking-chatgpt-dall-e-3-content-policies-91546e353b83 (дата обращения: 22.06.2026). — Текст : электронный.

15. Pathade C. Red Teaming the Mind of the Machine: A Systematic Evaluation of Prompt Injection and Jailbreak Vulnerabilities in LLMs // arXiv. — 2025. — arXiv:2505.04806. — Текст : электронный.

16. Pfister N. Gandalf the Red: Adaptive Security for LLMs / N. Pfister, V. Volhejn, M. Knott [et al.] // Proceedings of Machine Learning Research. — 2025. — Vol. 267. — P. 49150–49194. — Текст : электронный.

17. Rogers E. M. Diffusion of Innovations. — 5th ed. — New York : Free Press, 2003. — 551 p. — Текст : непосредственный.

18. Schulhoff S. Ignore This Title and HackAPrompt: Exposing Systemic Vulnerabilities of LLMs Through a Global Prompt Hacking Competition / S. Schulhoff, J. Pinto, A. Khan [et al.] // Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2023. — P. 4945–4977. — DOI 10.18653/v1/2023.emnlp-main.302.

The Innovation Risk of the Mass User in the Diffusion of Generative Artificial Intelligence: Empirical Assessment and Implications for Innovation Policy

Sokolov A.V., Sokolov G.A.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

Generative artificial intelligence is going through a phase of rapid mass diffusion, and the decisive adopter of the innovation is no longer the technical specialist but the ordinary user with no IT background. This shifts the profile of technological risk: the security of an AI service ceases to be a purely engineering property and becomes an economic one — a condition of trust on which the innovation climate and the digital transformation of industries depend. The paper assesses this risk empirically. A post-laboratory survey of first-year humanities undergraduates (n=70) showed that 95.7% bypassed all main protection levels of the Gandalf platform (Lakera AI) without stepping outside ordinary natural-language techniques: sign-form decomposition and formatting (M=2.00), cross-language code-switching (M=1.29), indirect semantic extraction (20.3% of open-ended responses), and pragmatic pressure. The micro-level data are set against the macro picture of the Gandalf-RCT crowdsourcing experiment (279,675 prompts) and documented filter-evasion cases in image-generation systems (Shedevrum/Yandex, Midjourney, DALL-E 3). The pattern is uniform: the barrier holds against those who do not know about the vulnerability and fails against those who do — while rising everyday AI literacy steadily moves users from the first category to the second. Hence a conclusion relevant to the economics of innovation: the mass non-technical adopter constitutes an independent and underestimated source of innovation risk that surface-level defences do not cover. Implications are drawn for innovation policy, the sectoral adoption of AI, and risk management across the innovation life cycle.

Keywords: economics of innovation, diffusion of innovations, generative artificial intelligence, digital transformation, innovation risk, technological risk, innovation climate, absorptive capacity, technology trust, non-technical user.

References

1. Schumpeter, J. A. (2014). The Theory of Economic Development. Translated from German. Moscow: Progress, 1982. 455 p. Text: direct.

2. Ba, Z. (2014). SurrogatePrompt: Bypassing the Safety Filter of Text-to-Image Models via Substitution. Proceedings of the 2024 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. New York: ACM, 2024. pp. 1166–1180. DOI 10.1145/3658644.3690346.

3. Centre for Countering Digital Hate. AI Election Misinformation: Midjourney AI Produces Misleading Images of Biden and Trump in 50% of Test Cases - Despite Promising to Ban Fake Photos of Presidential Candidates: website. — 2024. — June 5. — URL: https://counterhate.com/blog/midjourney-ai-produces-misleading-images-of-biden-and-trump-in-50-of-test-cases-despite-promising-to-ban-fake-photos-of-presidential-candidates/ (access date: 06/22/2026). — Text: electronic.

4. Choi W. PC²: Politically Controversial Content Generation via Jail-breaking Attacks on GPT-based Text-to-Image Models / W. Choi, M. Seo, M. Song [et al.] // arXiv. - 2026. - arXiv:2601.05150. — Text: electronic.

5. Cohen W. M. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation / W. M. Cohen, D. A. Levinthal // Administrative Science Quarterly. - 1990. - Vol. 35, No. 1. - P. 128–152. — DOI 10.2307/2393553.

6. Correia P. H. B. A Systematic Literature Review on LLM Defenses Against Prompt Injection and Jailbreaking: Expanding NIST Taxonomy / P. H. B. Correia, R. W. Achjian, D. E. G. C. de Oliveira [et al.] // arXiv. — 2026. — arXiv:2601.22240. — Text : electronic.

7. HackerOne. HackerOne Launches Agentic Prompt Injection Testing as AI Vulnerabilities Surge 540% : press release. — 2026. — March 18. — URL: https://www.hackerone.com/press-release/hackerone-launches-agentic-prompt-injection-testing-ai-vulnerabilities-surge-540 (date of access: June 22, 2026). — Text : electronic.

8. Hackett W. Bypassing LLM Guardrails: An Empirical Analysis of Evasion Attacks against Prompt Injection and Jailbreak Detection Systems / W. Hackett, L. Birch, S. Trawicki [et al.] // arXiv. — 2025. — arXiv:2504.11168. — Text : electronic.

9. HiveTyrant89. Yandex. Depravity or Anti-Ethical AI // Habr : website. — 2025. — April 16. — URL: https://habr.com/ru/articles/901382/ (date of access: June 22, 2026). — Text : electronic.

10. Jaiswal P. Analysis of LLMs Against Prompt Injection and Jailbreak Attacks / P. Jaiswal, A. Pratap, S. Saraswati [et al.] // arXiv. — 2026. — arXiv:2602.22242. — Text : electronic.

11. Lakera AI. Gandalf: Build AI Security Awareness with Gandalf : website. — URL: https://www.lakera.ai/gandalf (accessed: 22.06.2026). — Text: electronic.

12. Lakera AI. Gandalf-RCT: Crowdsourced Red Teaming Dataset : dataset. — URL: https://huggingface.co/datasets/Lakera/gandalf-rct (accessed: 22.06.2026). — Text: electronic.

13. OECD, Eurostat. Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. — 4th ed. — Paris : OECD Publishing ; Luxembourg : Eurostat, 2018. — 256 p. — DOI 10.1787/9789264304604-en. — Text: electronic.

14. Padolsey J. Using History Insertion, Policy Drift, and Allusions to Jailbreak DALL E 3 // Medium : website. — 2023. — 15 Oct. — URL: https://padolsey.medium.com/jailbreaking-chatgpt-dall-e-3-content-policies-91546e353b83 (accessed: 22.06.2026). — Text : electronic.

15. Pathade C. Red Teaming the Mind of the Machine: A Systematic Evaluation of Prompt Injection and Jailbreak Vulnerabilities in LLMs // arXiv. — 2025. — arXiv:2505.04806. — Text : electronic.

16. Pfister N. Gandalf the Red: Adaptive Security for LLMs / N. Pfister, V. Volhejn, M. Knott [et al.] // Proceedings of Machine Learning Research. - 2025. - Vol. 267. - P. 49150–49194. - Text: electronic.

17. Rogers E. M. Diffusion of Innovations. - 5th ed. - New York: Free Press, 2003. - 551 p. - Text: direct.

18. Schulhoff S. Ignore This Title and HackAPrompt: Exposing Systemic Vulnerabilities of LLMs Through a Global Prompt Hacking Competition / S. Schulhoff, J. Pinto, A. Khan [et al.] // Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. - 2023. - P. 4945–4977. — DOI 10.18653/v1/2023.emnlp-main.302.

Обоснование инновационных стратегических возможностей хозяйствующего субъекта на основе моделирования двухфакторной отраслевой производственной функции

Солнцев Артем Константинович
Российская академия наук, МГУ имени М.В. Ломоносова, a.k.solntsev@gmail.com

Предметом исследования выступает расчет сравнительных показателей деятельности, агрегирование двухфакторной отраслевой производственной функции и анализ полученных результатов в процессе выявления и обоснования инновационных стратегических возможностей Навоийского горно-металлургического комбината. Методологически работа опирается на общую теорию стратегии, разработанную под руководством академика В.Л. Квинта, с использованием методов сравнительного анализа, синтеза, количественных методов исследования, экономико-математических методов. Автором выдвигается гипотеза о более значительной роли уровня применяемых технологий в золотодобывающей отрасли в сравнении с традиционными факторами труда и капитала на текущей стадии развития научно-технического прогресса. На основе панельных данных проводится оценка и моделирование отраслевой производственной функции для проверки гипотезы.
Ключевые слова: Производственная функция Кобба-Дугласа, методология В.Л. Квинта, инновационный потенциал, агрегированная экономическая технология, золотодобывающая промышленность, эластичность, стратегирование.

Введение

Своевременное выявление инновационных стратегических возможностей является необходимым условием конкурентоспособности предприятий, на основе чего формируются их ключевые стратегические конкурентные преимущества. Конечной целью инновационной деятельности должно являться не извлечение прибыли, а выход на траекторию устойчивого развития и повышение качества жизни человека [1,2].

Одним из глобальных трендов, проявляющихся в виде стратегической угрозы, является снижение доступа к чистой пресной воде. Отрасли промышленности занимают значительную долю в общемировом водопотреблении [3]. Золотодобывающая отрасль является водоемкой, и многие инновации там сосредоточены на повышении эффективности водопотребления [4]. Без экологизации производственного сектора экономики переход к траектории устойчивого развития невозможен [5].

Важной глобальной тенденцией современности выступает технологическое замещение труда капиталом, вызванное «широкомасштабной цифровизацией, компьютеризацией и роботизацией всех сфер хозяйственной и общественной жизни» [6]. Современное высокотехнологичное производство сильно отличается от принятого в начале индустриальной эпохи, и функционирует в «безлюдном» режиме [2]; горнодобывающая отрасль также претерпевает процесс замещения труда машинами и автоматическими процессами [7].

Теория

Под руководством академиков В.А. Садовничего и А.А. Акаева на протяжении многих лет ведутся работы по моделированию и прогнозированию мировой экономики. В качестве одной из предпосылок таких исследований является выход на первый план технологического развития, «которое в конечном итоге влияет на все сферы жизни: экономику, демографию, социальные и политические взаимодействия» [8]. В том же контексте выделен неравномерный характер технологических изменений, принимающих вид «технологических революций» [8]. Базисом обзора прогнозируемых изменений основных подсистем мир-системы в работах академиков В.А. Садовничего и А.А. Акаева является теория длинных волн Н.Д. Кондратьева [9].

Согласно академику В.Л. Квинту и члену-корреспонденту РАН С.Д. Бодрунову, в основе формирующегося в настоящее время шестого технологического уклада лежит «комплекс технологий, включающий нано-, био-, информационные и когнитивные технологии, отличительной чертой которого является конвергенция технологий и формирование гибридных технологий при интегрирующей роли информационных технологий (цифровизация, искусственный интеллект, обработка больших массивов информации)» [2].

Распространенным способом моделирования процессов производства является представление хозяйственной системы как единого целого в виде производственной функции (далее — ПФ). Одной из применяемых разновидностей такой функции является ПФ Кобба-Дугласа, высоко оцененная Нобелевским лауреатом по экономике П. Самуэльсоном [10]:

$$Y_t = A \cdot K_t^{\alpha} \cdot L_t^{\beta}, \quad (1)$$

где Y – совокупный выпуск, K – затраты на капитал, L – затраты на труд, α – эластичность капитала, β – эластичность труда, A – влияние не идентифицированных в модели факторов, в том числе уровня применяемых технологий, играющего первостепенную роли среди всех таких факторов [11].

Некоторые исследователи отмечают возможные трудности в оценке показателей функции в силу возможной мультиколлинеарности показателей K и L, что является ее «врожденной» характеристикой [12]. Несмотря на продолжающуюся критику модели, она находит эмпирическое подтверждение во многих областях [12], в том числе на панельных данных [14].

Модель допускает использование большего числа переменных для конкретного случая. Так, выделение квалифицированного и неквалифицированного труда в качестве самостоятельных факторов позволило выявить большую комплиментарность для капитала и первого [15], нежели для второго в период до 1992 г. [16]. В более поздний период отмечается как снижение доли фактора труда в целом, так и комплиментарности капитала и квалифицированного труда [16]. Исследования в контексте

устойчивого развития предусматривают добавление показателей выбросов, потребляемой энергии и т.д. [14]. Модификации ПФ Кобба-Дугласа также применяются для моделирования функции издержек в ресурсодобывающих отраслях [17], оценки ценовой эластичности водных ресурсов в Республике Чили [18].

В качестве основной гипотезы при построении модели на основе проведенного анализа сравнительных показателей выступает *предположение о более значительной роли уровня применяемых технологий в сравнении с традиционными факторами труда и капитала*. В настоящей работе проводится проверка этой гипотезы для дальнейшего использования при обосновании инновационных стратегических возможностей Навоийского горно-металлургического комбината.

Из перечня крупнейших компаний мира по объемам добычи были выбраны четыре (помимо АО «НГМК»): Ньюмонт Корпорейшн (Newmont Corporation) (США), Баррик Майнинг Корпорейшн (Barrick Mining Corporation) (Канада), ПАО «ПОЛЮС» (Россия), Кинросс Голд Корпорейшн (Kinross Gold Corporation) (Канада). Выбранные компании являются репрезентативными в силу объемов производства и диверсификации их портфеля рудников.

На основе анализа годовых отчетов, годовых обзоров, отчетов об устойчивом развитии, открытых источников, публикующих данные о финансовых показателях компаний, были собраны данные за период 2019-2024 годы.

Для ПАО «ПОЛЮС» показатели совокупных активов и фонда оплаты труда начиная с 2020 года публикуются в российских рублях, и соответствующие показатели были приведены к долларам США на основе курса, установленного Центральным Банком России на отчетную дату.

На основе собранных данных сначала был проведен расчет отдельных показателей для предварительного стратегического анализа положения в отрасли. Впоследствии на основе панельных данных (после исключения данных о компании Баррик Майнинг Корпорейшн ввиду их неполноты) эконометрическими методами смоделирована агрегированная отраслевая производственная функция и проведен анализ статистических критериев значимости.

Результаты и обсуждение

Предварительный анализ данных

Для первичного анализа деятельности выбранных компаний были рассчитаны показатели трудоемкости производства, выручки на одного работника, отдачи труда и капиталоемкости производства.

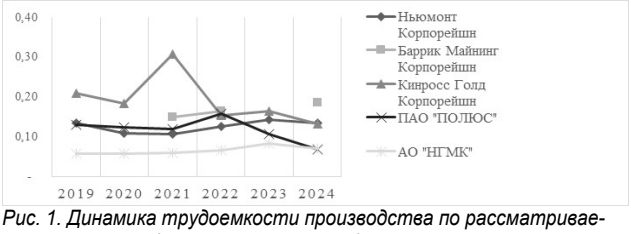


Рис. 1. Динамика трудоемкости производства по рассматриваемым компаниям (составлено автором)

Из графика видно, что ПАО «ПОЛЮС», имевший более высокую трудоемкость, чем Ньюмонт Корпорейшн, после 2022 года показал снижение этого показателя: он перешел из группы компаний с высокой трудоемкостью продукции в группу с более низкой трудоемкостью, в которой находится АО «НГМК» весь рассматриваемый период. Комбинат показал некоторый рост , однако отставание от компаний-лидеров осталось существенным.

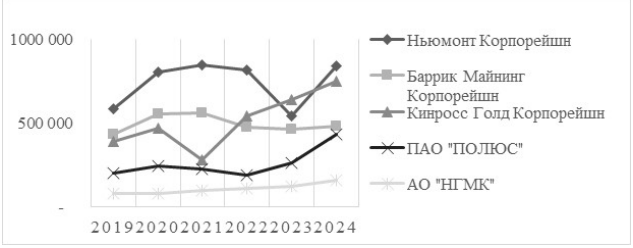


Рис. 2. Динамика выручки на одного работника в рассматриваемых компаниях, $ (составлено автором)

Из представленного графика видно, что в АО «НГМК» наименьший показатель выручки на одного работника, чем у других компаний. Следует отметить, что в 2023 и 2024 годах наблюдался значительный рост цен на золото, что оказало влияние на рассматриваемый показатель.

Учитывая значительные различия в уровне заработных плат и численности работников, проанализируем динамику отдачи труда, представленную на следующем графике.

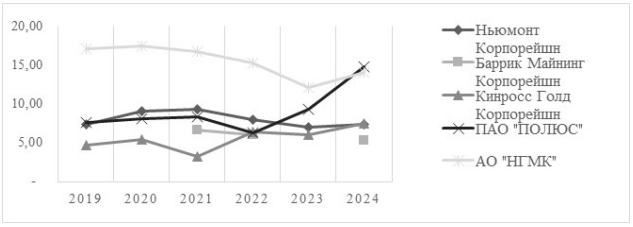


Рис. 3. Динамика отдачи труда в рассматриваемых компаниях (составлено автором)

Настоящий показатель учитывает только фонд оплаты труда, но не численность работников, то есть отражает, сколько каждый затраченный на заработную плату доллар дает в выручке компании. ПАО «ПОЛЮС» (как и АО «НГМК» характеризуются наибольшей отдачей труда и после 2022 года перешел в другую группу.

Чтобы сделать более значимые выводы из представленных показателей, рассмотрим динамику капиталоемкости производства компаний (Рис. 4).

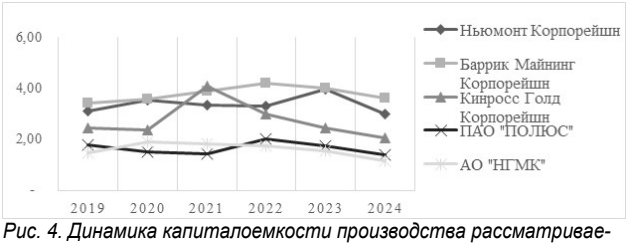


Рис. 4. Динамика капиталоемкости производства рассматриваемых компаний (составлено автором)

Как видно из Рис. 4, АО «НГМК» характеризуется наименьшей капиталоемкостью продукции среди рассматриваемых компаний в 2019, 2022, 2023 и 2024 годах; ПАО «ПОЛЮС» – в 2020 и 2021 годах. В целом компании также могут быть разделены на две группы: лидеров и отстающих от них. Некоторое снижение в период с 2022 года (для Ньюмонт Корпорейшн – с 2023 года) можно объяснить ростом цен на золото в этот период, оказавшим значительное влияние на выручку компаний.

Рассматривая представленные выше графики совместно, отметим, что в АО «НГМК» роль труда как фактора производства сравнительно выше, а капитала сравнительно ниже; производительность труда работников в среднем ниже, чем у компаний-лидеров отрасли. По мнению нобелевского лауреата П. Ромера, технологические изменения создают стимулы для продолжающегося накопления капитала, и его накопление вместе с технологическими изменениями играет важную роль в увеличении выпуска на час работы [19]. Таким образом, деятельность «НГМК» характеризуется сравнительно низким уровнем автоматизации, цифровизации и роботизации производственных процессов, низким уровнем развития инновационной культуры трудового коллектива и профессионального развития сотрудников и недостаточным уровнем внедрения инновационных технологий извлечения золота, по сравнению с компаниями-лидерами отрасли. Сопоставление ключевых индикаторов в этой части способствует выявлению инновационных стратегических возможностей в перечисленных направлениях, подкрепляемых соответствующими глобальными и отраслевыми трендами.

Оценка модели

Член-корреспондент РАН Г.Б. Клейнер выделяет ряд основных принципов моделирования производственной функции, играющих роль аксиоматических: 1) объем выпуска продукции, произведенной системой за рассматриваемый период времени, определяется объемом труда, предметов и средств труда в тот же период времени; 2) связь между зависимой и независимыми переменными считается закономерной и относительно устойчивой [20]. Согласно Ю.Н. Черемных, включение в модель производственной функции более двух независимых переменных не дает принципиально иных результатов, но может затруднить их интерпретацию [11]. Г.Б. Клейнер отмечает, что при использовании высокоагрегированных показателей (в нашем случае труда и капитала) технологические возможности и ограничения отражаются в понятии *агрегированной экономической технологии* [20].

Для проверки выдвинутой гипотезы на панельных данных по сравниваемым компаниям построена отраслевая производственная функция, за основу которой взята двухфакторная ПФ Кобба-Дугласа. В качестве показателя выпуска Y был принят годовой объем добычи золота (что позволяет исключить эффект удорожания золота, вызывающего самостоятельный рост выручки без влияния рассматриваемых факторов), K – средняя стоимость активов компании в календарном году, L – фонд оплаты труда.

Для оценки модели была проведена ее линеаризация с помощью перевода в логарифмический вид:

$Ln(Y_t) = LnA + \alpha Ln(K_t) + \beta Ln(L_t)$ (2)

Методом наименьших квадратов получено следующее уравнение сквозной регрессии:

$Ln(Y_t) = 3.3031 + 0.5514Ln(K_t) - 0.0757Ln(L_t)$ (3)

или

$Y_t = 27.19796 \cdot K_t^{0,5514} \cdot L_t^{-0,07574}$ (4)

Полученное уравнение регрессии значимо на 1-% уровне, а коэффициент детерминации R^2=0.824837 свидетельствует о высоком качестве объяснения остатков подобранными переменными. При этом переменная $Ln(L_t)$ статистически незначима, а значение показателя β близко к нулю и принимает отрицательное значение (Таблица №1).

Таблица №1

Результаты оценки отраслевой производственной функции (уравнения (3), (4)) (составлено автором)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.303142	0.479976	6.881895	0.0000
LNK	0.551439	0.090540	6.090568	0.0000
LNL	-0.075741	0.105100	-0.720662	0.4791
R-squared	0.824837	Mean dependent var		8.063482
Adjusted R-squared	0.808155	S.D. dependent var		0.390774
S.E. of regression	0.171159	Akaike info criterion		-0.575974
Sum squared resid	0.615207	Schwarz criterion		-0.428717
Log likelihood	9.911689	Hannan-Quinn criter.		-0.536907
F-statistic	49.44421	Durbin-Watson stat		0.618720
Prob(F-statistic)	0.000000			

При наличии корреляции факторов роста модель традиционно приводится к относительным показателям, что возможно при условии, что α+β=1, то есть имеется постоянная отдача от масштаба факторов производства [21]. Была предпринята попытка построения такой модели, однако она характеризуется низким показателем коэффициента детерминации R^2=0.29703 и статистической незначимостью показателя *A* (Таблица №2).

Таблица №2

Результаты оценки отраслевой производственной функции с использованием относительных показателей (составлено автором)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.237169	0.592114	-0.400546	0.6926
LNKL	0.593576	0.194685	3.048908	0.0059
R-squared	0.297031	Mean dependent var		1.553504
Adjusted R-squared	0.265078	S.D. dependent var		0.429887
S.E. of regression	0.368531	Akaike info criterion		0.921073
Sum squared resid	2.987938	Schwarz criterion		1.019245
Log likelihood	-9.052882	Hannan-Quinn criter.		0.947118
F-statistic	9.295838	Durbin-Watson stat		0.135454
Prob(F-statistic)	0.005886			

Далее была рассчитана модель со случайными эффектами и был проведен тест Хаусманна (Таблица №3).

Таблица №3

Результаты оценки отраслевой производственной функции с случайными эффектами

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.048171	0.920410	6.571168	0.0000
LNK	0.091658	0.101833	0.900085	0.3783
LNL	0.175440	0.065568	2.675692	0.0142

	Effects Specification			
			S.D.	Rho
Cross-section random			0.216155	0.9030
Idiosyncratic random			0.070828	0.0970
	Weighted Statistics			
R-squared	0.300679	Mean dependent var		1.069144
Adjusted R-squared	0.234077	S.D. dependent var		0.089217
S.E. of regression	0.078080	Sum squared resid		0.128026
F-statistic	4.514559	Durbin-Watson stat		1.183132
Prob(F-statistic)	0.023394			
	Unweighted Statistics			
R-squared	0.517661	Mean dependent var		8.063482
Sum squared resid	1.694071	Durbin-Watson stat		0.089413
Correlated Random Effects - Hausman Test				
Equation: EQ01RE				
Test cross-section random effects				
Test Summary		Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random		6.520360	2	0.0384
Cross-section random effects test comparisons:				
Variable	Fixed	Random	Var(Diff.)	Prob.
LNK	-0.072568	0.091658	0.004742	0.0171
LNL	0.171409	0.175440	0.000141	0.7341

На основе рассчитанных показателей статистики (χ^2=6,52, число степеней свободы 2, prob.=0,0384) нулевая гипотеза об отсутствии корреляции случайных эффектов с регрессорами отвергнута, и сделан вывод о необходимости построения модели с фиксированными эффектами. Помимо этого, значимо различие между оценками для переменной $Ln(K_t)$, что также свидетельствует о необходимости применения модели с фиксированными эффектами (Таблица №4).

Таблица №4

Результаты оценки отраслевой производственной функции с фиксированными эффектами (уравнения (5),(6)) (составлено автором)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.638945	1.149037	6.648126	0.0000
LNK	-0.072568	0.122929	-0.590321	0.5623
LNL	0.171409	0.066634	2.572412	0.0192
	Effects Specification			
Cross-section fixed (dummy variables)				
R-squared	0.974290	Mean dependent var		8.063482
Adjusted R-squared	0.967148	S.D. dependent var		0.390774
S.E. of regression	0.070828	Akaike info criterion		-2.244806
Sum squared resid	0.090299	Schwarz criterion		-1.950293
Log likelihood	32.93767	Hannan-Quinn criter.		-2.166672
F-statistic	136.4228	Durbin-Watson stat		1.439889
Prob(F-statistic)	0.000000			

В результате оценки методом наименьших квадратов было получено следующее уравнение регрессии:

$Ln(Y_t) = 7,63895 - 0,07257Ln(K_t) + 0,17141Ln(K_t) + \mu_t$ (5)

или

$Y_t = 2077.45735 \cdot K_t^{-0,07257} \cdot L_t^{0,17141} \cdot e^{\mu_t}$ (6)

Полученная модель ((5), (6)) характеризуется высоким значением коэффициента детерминации R^2=0.97429 и статистической значимостью, а также наименьшими значениями критериев Акаике, Шварца и Ханнана-Куинна (Таблица № 4), что говорит о ее более высокой репрезентативности.

При этом показатель капитала оказался статистически незначимым при статистической значимости труда. Эластичность труда имеет низкое значение при очень высоком значении показателя *A*. Также модель имеет дополнительный множитель — $e^{\mu t}$, то есть мультипликативный фиксированный эффект. Можно сделать предположение, что полученный эффект дополнительно служит в качестве экзогенно заданного показателя научно-технического прогресса; Ю.Н. Черемных писал, что простейшим способом его учета в производственной функции является ее умножение на экспоненциальный множитель [11].

Дополнительно была составлена корреляционная матрица по Y, K, L для моделей.

Таблица №5

Корреляционная матрица показателей объема добытого золота, среднегодовой стоимости активов и фонда оплаты труда (составлено автором)

	Y	K	L
Y	1	0.9389	0.8445
K	0.9389	1	0.9245
L	0.8445	0.9245	1

На основе представленных таблиц можно сделать предположение о корреляции факторов в моделях, то есть предполагается наличие мультиколлинеарности. Однако результаты центрированного VIF-теста показали допустимый уровень для модели (3),(4) ((Таблица №6) и отсутствие мультиколлинеарности для модели (5),(6) (Таблица №7).

Таблица № 6

Результаты VIF-теста для модели (уравнения (3),(4)) (составлено автором)

	Coefficient	Uncentered	Centered
Variable	Variance	VIF	VIF
C	0.230377	188.7331	NA
LNK	0.008197	612.7686	3.263252
LNL	0.011046	386.7695	3.263252

Таблица №7

Результаты VIF-теста для модели (уравнения (5),(6)) (составлено автором)

	Coefficient	Uncentered	Centered
Variable	Variance	VIF	VIF
C	1.320287	6316.395	NA
LNK	0.015112	6562.491	1.058885
LNL	0.004440	901.2751	1.058885

Модели (3),(4) и (5),(6) характеризуются снижающейся отдачей от фактора капитала и практически не зависят от фактора труда (имеющего отрицательную эластичность, близкую к нулю). Хотя классическая производственная функция Кобба-Дугласа предполагает положительные значения для показателей α и β, полученные результаты имеют экономическую интерпретацию. Следует отметить, что отрицательные эластичности по отдельным переменным встречаются при эмпирическом анализе [22], в том числе в работах П. Ромера (как труда, так и капитала) [23].

Полученные результаты показывают, что и фактор капитала, и фактор труда могут быть статистически не значимы и характеризоваться отрицательной эластичностью в статистически значимых моделях. Возможно, наличие большего массива исторических данных (в том числе за периоды с более низким уровнем развития технологий и меньшей производительностью труда) позволило бы построить отраслевую производственную функцию с большими (и стабильно положительными) показателями эластичности по обоим факторам производства. Применение панельных данных сделало возможным увеличение выборки, но длительность рассматриваемого периода осталась недостаточной для того, чтобы отследить существенные технологические изменения в динамике.

Однозначный вывод, который можно сделать по результатам моделирования, заключается в высоком значении фактора *A* при его статистической значимости и учете мультипликативного фиксированного эффекта в соответствующей модели. Оба показателя свидетельствуют о высоком уровне развития научно-технического прогресса в отрасли (*агрегированной экономической технологии*), при котором увеличение значений классических факторов производства (труда и капитала) не оказывает столь существенного влияния на объем выпуска. Это позволяет сделать вывод о значительной автоматизации и механизации труда в отрасли, сложности применяемых технологий и *о подтверждении выдвинутой гипотезы*.

Выводы

На основе результатов проведенного эконометрического анализа сформулированы следующие стратегические выводы:

1) подтверждена первостепенная роль инновационного потенциала в системе конкурентных преимуществ объекта стратегирования;

2) закреплено понимание относительно меньшей (но не отсутствующей) роли финансовых и трудовых ресурсов, непосредственно участвующих в процессе производства;

3) высокое значение множителя, отражающего уровень НТП и *агрегированной экономической технологии,* определяет первостепенную роль наращивания ресурсной обеспеченности для целей освоения и внедрения инноваций, требующих как финансового обеспечения, так и *квалифицированных* кадров.

Литература

1. Дж. К. Гэлбрейт / Общество изобилия. – М.: Олимп-Бизнес, 2018. – 404 с.
2. Квинт В.Л., Бодрунов С.Д. Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика /Монография/ - СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2021. – 351 с.
3. Стратегирование водных ресурсов Кузбасса: монография / под научной редакцией В. Л. Квинта. - Кемерово: КемГУ, 2021. - 388 с.
4. Солнцев А. К. Инновационные стратегические тренды золотодобывающей промышленности // Теория и практика стратегирования: Сборник избранных научных статей и материалов VIII Международной научно-практической конференции (27-28 февраля 2025 г). Московский Университариум Стратега / под. науч. ред. В.Л.Квинта / Под ред. И. Н. Албин, М. К. Алимурадов, А. Р. Бахтизин и др. — Т. 16 из *Экономическая и финансовая стратегия*. — Издательство Московского университета Москва: 2025. — С. 369–377.
5. Мусаев, Р. А. Совершенствование экономического механизма экологизации промышленности Поволжского экономического района / Р. А. Мусаев, М. А. Юзбеков // Региональная экономика: теория и практика. – 2015. – № 11(386). – С. 29-36. – EDN TLJLZJ.
6. Акаев. А.А., Садовничий В.А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики. // Проблемы прогнозирования, 2021, №1. С. 45-58.
7. Paredes D., Fleming-Muñoz D., Automation and robotics in mining: Jobs, income and inequality implications / The Extractive Industries and Society, Volume 8, Issue 1, 2021, p. 189-193, https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.004.
8. Моделирование и прогнозирование глобальной динамики в XXI веке / В. А. Садовничий, А. А. Акаев, И. В. Ильин [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 27: Глобалистика и геополитика. – 2022. – № 1. – С. 5-35.
9. Журавлев, Д. М. Стратегирование цифровой трансформации сложных социально-экономических систем / Д. М. Журавлев. – Москва - Санкт-Петербург : ИПЦ СЗИУ РАНХиГС, 2024. – 352 с. – ISBN 978-5-89781-862-4. – DOI 10.55959/978-5-89781-862-4.
10. Samuelson Paul A. Paul Douglas's Measurement of Production Functions and Marginal Productivities / Journal of Political Economy , Oct., 1979, Vol. 87, No. 5, Part 1 (Oct., 1979), pp. 923-939
11. Черемных Ю.Н. Микроэкономика. Продвинутый уровень: Учебник. — М.: ИНФРА-М, 2008. — 844 с. (Учебники экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова) ISBN 978-5-16-002041-9
12. Doll, John P. On Exact Multicollinearity and the Estimation of the Cobb-Douglas Production Function / American Journal of Agricultural Economics, Aug., 1974, Vol. 56, No. 3 (Aug., 1974), pp. 556-563
13. Balistreri E., McDaniel C., Wong E. V., An estimation of US industry-level capital–labor substitution elasticities: support for Cobb–Douglas / The North American Journal of Economics and Finance, Volume 14, Issue 3, 2003, p. 343-356, https://doi.org/10.1016/S1062-9408(03)00024-X.
14. Wang T., Henderson D., Estimation of a varying coefficient, fixed-effects Cobb–Douglas production function in levels / Economics Letters, Volume 213, 2022, 110354 https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110354.

15. Glover A., Short J., Can capital deepening explain the global decline in labor's share? / Review of Economic Dynamics, Volume 35, 2020, p. 35-53, https://doi.org/10.1016/j.red.2019.04.007.

16. Castex G., Cho S.-W., Dechter E., The decline in capital-skill complementarity / Journal of Economic Dynamics and Control, Volume 138, 2022, 104363, https://doi.org/10.1016/j.jedc.2022.104363.

17. Rademeyer M., Minnitt R., Falcon R., Revisiting operating cost in resource extraction industries / Resources Policy, Volume 58, 2018, p. 159-164, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.04.013.

18. Mardones C., Orellana A., Estimating production functions to determine the marginal economic value and price elasticity of water in the Chilean industrial sector / Utilities Policy, Volume 85, 2023, 101677, https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101677.

19. Romer, P. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, Oct., 1990, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems

20. Клейнер Г.Б. Производственные функции: Теория , методы, применение. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 239 с.

21. Власюк Л. И., Редько В. В. Факторы роста экономики Дальнего Востока в 2000-2007 гг // *Пространственная экономика*. — 2010. — № 4. — С. 32–41.

22. Felipe J., Adams F.G. «A Theory of Production» The Estimation of the Cobb-Douglas Function: A Retrospective View / Eastern Economic Journal , Summer, 2005, Vol. 31, No. 3 (Summer, 2005), pp. 427-445 Published by: Palgrave Macmillan Journals Stable URL: https://www.jstor.org/stable/40326423 (дата обращения: 25.04.2026)

23. Romer, P. Crazy Explanations for the Productivity Slowdown, in NBER Macroeconomics Annual 1987. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987

Justification Of Innovative Strategic Opportunities of an Economic Entity Based on Modeling a Two-Factor Industry Production Function

Solntsev A.K.
Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The subject of the research is the calculation of comparative performance indicators, aggregation of a two-factor industry production function and analysis of the results obtained in the process of identifying and substantiating innovative strategic opportunities of the Navoi Mining and Metallurgy Company. Methodologically, this work is based on the general theory of strategy developed under the guidance of academician V. Kvint. Methods of comparative analysis, synthesis, quantitative research methods, economic and mathematical methods are also used. The author hypothesizes on the more significant role of the level of applied technologies in the gold mining industry in comparison with traditional factors of labor and capital at the current stage of development of scientific and technological progress. Based on panel data, the industry production function is evaluated and modeled to test the hypothesis.

Keywords: Cobb-Douglas production function, methodology of V. Kvint, innovation capacity, aggregated economic technology, gold mining industry, elasticity, strategizing

References

1. Galbraith J. K. // The Affluent Society. Moscow: Olymp-Biznes, 2018. 404 p. (In Russ.).
2. Kvint V.L., Bodrunov S.D. Strategizing Societal Transformation : Knowledge, Technologies, Noonomy /Monograph/. SPb.: S.Yu. Witte INIR, 2021. 351 p. (In Russ.). ISBN: 978-5-00020-083-4 EDN: FKSHWL
3. Kuzbass Water Resources Strategizing. Kvint V. (ed.). Kemerovo: Kemerovo State University; 2021. 388 p.
4. Solntsev A.K. Innovative Strategic Trends in the Gold Mining Industry. In: Theory and Practice of Strategizing: Selected Scientific Articles and Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Moscow: Moscow University Press; 2025. p. 369-377.
5. Musaev RA, Yuzbekov MA. Improvement of the Economic Mechanism for Ecologizing Industry in the Volga Economic Region. Regional Economics: Theory and Practice. 2015;11(386):29-36.
6. Akaev A.A, Sadovnichy V.A. The Human Factor as a Determinant of Labor Productivity in the Digital Economy Era. Problems of Forecasting. 2021;(1):45-58.
7. Paredes D., Fleming-Muñoz D., Automation and robotics in mining: Jobs, income and inequality implications / The Extractive Industries and Society, Volume 8, Issue 1, 2021, p. 189-193, https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.01.004.
8. Sadovnichy V.A, Akaev A.A, Ilyin I.V, et al. Modeling and Forecasting Global Dynamics in the 21st Century. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 27: Globalistika i Geopolitika. 2022;(1):5-35.
9. Zhuravlev D.M. Strategizing Digital Transformation of Complex Socio-Economic Systems. Moscow - St. Petersburg: North-West Institute of Management — Branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA); 2024. 352 p. ISBN 978-5-89781-862-4. doi:10.55959/978-5-89781-862-4
10. Samuelson Paul A. Paul Douglas's Measurement of Production Functions and Marginal Productivities / Journal of Political Economy , Oct., 1979, Vol. 87, No. 5, Part 1 (Oct., 1979), pp. 923-939
11. Cheremnykh Y.N. Microeconomics: Advanced Level: Textbook. Moscow: INFRA-M; 2008. 844 p. (Textbooks of the Faculty of Economics of Lomonosov Moscow State University) ISBN 978-5-16-002041-9
12. Doll, John P. On Exact Multicollinearity and the Estimation of the Cobb-Douglas Production Function / American Journal of Agricultural Economics, Aug., 1974, Vol. 56, No. 3 (Aug., 1974), pp. 556-563
13. Balistreri E., McDaniel C., Wong E. V., An estimation of US industry-level capital–labor substitution elasticities: support for Cobb–Douglas / The North American Journal of Economics and Finance, Volume 14, Issue 3, 2003, p. 343-356, https://doi.org/10.1016/S1062-9408(03)00024-X.
14. Wang T., Henderson D., Estimation of a varying coefficient, fixed-effects Cobb–Douglas production function in levels / Economics Letters, Volume 213, 2022, 110354 https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110354.
15. Glover A., Short J., Can capital deepening explain the global decline in labor's share? / Review of Economic Dynamics, Volume 35, 2020, p. 35-53, https://doi.org/10.1016/j.red.2019.04.007.
16. Castex G., Cho S.-W., Dechter E., The decline in capital-skill complementarity / Journal of Economic Dynamics and Control, Volume 138, 2022, 104363, https://doi.org/10.1016/j.jedc.2022.104363.
17. Rademeyer M., Minnitt R., Falcon R., Revisiting operating cost in resource extraction industries / Resources Policy, Volume 58, 2018, p. 159-164, https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.04.013.
18. Mardones C., Orellana A., Estimating production functions to determine the marginal economic value and price elasticity of water in the Chilean industrial sector / Utilities Policy, Volume 85, 2023, 101677, https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101677.
19. Romer P. Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy , Oct., 1990, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems
20. Kleiner G.B. Production Functions: Theory, Methods, Application.Moscow: Finansy i Statistika; 1986. 239 p.
21. Vlasyuk LI, Redko VV.Factors of Economic Growth in the Far East in 2000-2007.Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics = Spatial Economics . 2010;(4):32–41.
22. Felipe J., Adams F.G. «A Theory of Production» The Estimation of the Cobb-Douglas Function: A Retrospective View / Eastern Economic Journal , Summer, 2005, Vol. 31, No. 3 (Summer, 2005), pp. 427-445 Published by: Palgrave Macmillan Journals Stable URL: https://www.jstor.org/stable/40326423 (дата обращения: 25.04.2026)
23. Romer, P. Crazy Explanations for the Productivity Slowdown, in NBER Macroeconomics Annual 1987. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1987

Особенности и инновационные подходы в управлении талантами в современных условиях

Тесленко Ирина Борисовна
доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, iteslenko@inbox.ru,

Муравьева Надежда Викторовна
кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, nemur@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению вопроса управления талантами в современных условиях. Актуальность темы обусловлена необходимостью изменения подходов к управлению персоналом в связи с влиянием глобальных вызовов, таких как цифровизация, ужесточение конкурентной борьбы за высококвалифицированных специалистов, трансформация потребностей населения и т.п.
В статье обозначены причины усиления внимания компаний к управлению талантами, представлены особенности, направления и стратегии управления талантами.
Показано влияние цифровизации на самих работников, организационную структуру компаний, функции HR менеджеров и их подходы к управлению талантами, становление внутреннего рынка талантов, что свидетельствует о смене философии управления персоналом. Приведены примеры инновационных подходов к управлению талантами.
В статье выявлены как общие проблемы управления талантами, так и специфические для зарубежных и отечественных компаний.
В заключении сделан вывод о важности управления талантами с учетом новых реалий, требующего гибкости и адаптивности действий всех заинтересованных лиц.
Ключевые слова: управление талантами, цифровизация, традиционные и инновационные инструменты управления, внутренний рынок талантов, реактивный и проактивный подходы к управлению, человекоцентричность, инклюзивный подход, интрапренерство.

Введение

В современных условиях традиционные методы управления талантами постепенно устаревают. Это связано с тем, что бизнес-среда преобразуется: быстро развиваются и внедряются новые технологии, меняются потребности клиентов, что приводит к трансформации рынков, которые становятся менее предсказуемыми. В связи с этим управление с помощью традиционных методов, нацеленных на стабильные условия функционирования (например, на основе жестких стратегических планов), сменяется управлением в условиях неопределенности.

Такие, казалось бы, значимые, популярные и результативные корпоративные инструменты управления как ежегодные оценки по KPI или оценка «360 градусов» в условиях постоянных изменений могут уже не успевать за сменой реалий развития [1].

Поэтому компании, которые хотят оставаться конкурентоспособными, вынуждены внедрять новые подходы к управлению: они делают ставку на гибкость, адаптивность, реализуют программы цифровой трансформации, изучают тенденции рынков и уделяют серьезное внимание развитию у сотрудников практического опыта и навыков будущего.

Меняются и сами работники. Современные сотрудники, особенно молодежь, хотят не просто стабильной работы, а возможностей для карьерного роста, гибкой занятости, сохранения ментального здоровья, достижения балансе работы и личной жизни, учета индивидуальных целей и интересов, не всегда связанных с формальным статусом должности [2].

В настоящее время чтобы удержать в компании выдающихся специалистов руководству необходимо умело сочетать преимущества современных трендов с человекоцентричностью, когда в коллективе культивируются уважение и доверие, учитываются индивидуальные особенности и ценности каждого работника.

Методология

Теоретической базой для исследования послужили фундаментальные и прикладные разработки в области управления человеческими ресурсами (HRM), стратегического менеджмента, теории организации, управления талантами. Применялись системный, процессный, контекстный и междисциплинарный подходы.

В качестве эмпирической основы работы были использованы труды российские ученых, кейсы российских компаний, материалы опросов зарубежных компаний, аналитические данные российского агентства RAEX.

В качестве общенаучных методов исследования были использованы аналитический и сравнительный методы, аналогия, систематизация и обобщение.

Результаты и обсуждение

Управление талантами (от англ. talent management) – сложное явление. В традиционном понимании это системный подход к работе с сотрудниками, которых компания считает наиболее ценными и перспективными. Сейчас это важная составляющая системы управления персоналом, потому что на современном рынке труда развернулась настоящая «война за таланты» (термин компании Kinsey&Company). Причинами этого стали:

- повышение роли нематериальных активов компаний, что вызвало рост спроса на компетентных сотрудников,
- глобализация бизнеса, активные процессы слияния и поглощения предприятий, которые требуют компетентных менеджеров для руководства крупными компаниями,
- снижение лояльности сотрудников, поиск лучших условий для самореализации [3].

Все это вынуждает работодателей уделять серьезное внимание поиску талантов.

Стратегия работы компаний с талантами строится в зависимости от целей, имеющихся ресурсов и положения на рынке. Таких стратегий несколько. Это: поиск и наем уже высококвалифицированных специалистов и дальнейшая работа с ними (американская модель); формирование талантов внутри компании (европейская модель); одновременное развитие собственных талантов и привлечение внешних (интегрированная модель).

К основным направлениям управления талантами относятся: оценка и отбор талантов с помощью различных инструментов; адаптация и интеграция; развитие и обучение, удержание и мотивация, создание кадрового резерва.

Практика работы с талантами показывает, что управлять их развитием надо системно. Речь идет о том, что все менеджеры организации всех уровней должны быть вовлечены в управление талантами. Важно не только привлечь выдающихся специалистов, но и удержать их, поэтому управление талантами становится частью корпоративной стратегии, а развитие талантов – одним из главных ее приоритетов. Талантам нужно предоставлять больше возможностей для развития, постоянно привлекать к участию в перспективных проектах, активно продвигать по карьерной лестнице. Важно сделать так, чтобы их активность была не только тесно вплетена во все процессы, протекающие в компании, но и сами они постепенно становились лидерами многих начинаний и новшеств [3].

В современных условиях управление талантами вышло на новый уровень, благодаря воздействию глобальных трендов – цифовизации, деглобализации, ужесточению конкурентной борьбы, экологизации, человекоцентричности и др.

Одним из важнейших трендов современности стала цифровизация. Практика показывает, что цифровые технологии (искусственный интеллект и машинное обучение, аналитика больших данных, облачные вычисления, виртуальная и дополненная реальность, блокчейн и т.д.) становятся и во многих случаях уже стали основой многих бизнес-процессов. Это те инструменты, которые кардинально меняют правила игры. Традиционные методы управления персоналом часто не интегрируются с ними, поэтому многие компании до сих пор используют устаревшие системы управления персоналом [4].

Технологии помогают автоматизировать многие управленческие процессы. Искусственный интеллект, предиктивная аналитика дают возможность быстро анализировать большие массивы данных для прогнозирования текучести кадров, оценки потенциала кандидатов, персонализации обучения, выявления лидеров, оценки рисков выгорания еще до появления его явных симптомов и т.д., а такой разработанный подход к управлению персоналом, как People Analytics позволяют принимать обоснованные кадровые решения [5].

Чат-боты осуществляют первичные консультации по кадровым вопросам, отбор резюме кандидатов и т.п.; цифровые платформы помогают организовать постоянное взаимодействие руководителей и подчиненных, дают доступ к образовательным ресурсам, тем самым выступая инструментами управления взаимодействием и обучением; геймификация ускоряет адаптацию, обеспечивает эффективное обучение, повышает мотивацию, производительность и вовлеченность работников, укрепляет командный дух, стимулирует мышление и обеспечивает быструю обратную связь.

Совершенно очевидно, что такие серьезные изменения, связанные с внедрением цифровых технологий, влияют не на отдельные аспекты, а на всю управленческую парадигму.

За последние несколько лет цифровые технологии перестали быть новинкой, они активно внедряются в бизнес-процессы, выступая обыденным инструментом, освобождая время работников для решения творческих или стратегических задач. Так, например, когда-то было новшеством, а сейчас стало нормой для многих компаний - сочетание работы в офисе и на удаленке. Гибридный офис 2.0 предполагает управление не по времени присутствия, а по результату. Такой формат работы ценится молодыми людьми выше, т.к. позволяет самим выбирать алгоритм деятельности.

Внедрение новых технологий и скорость изменений требуют от работников приобретения новых навыков, делая непрерывное обучение не исключением, а нормой жизни. Работодатели, которые это понимают, внедряют внутренние программы микрообучения, повышения квалификации, поощряют платформенное обучение, компенсируют внешние курсы переподготовки. Процесс развития и углубления профессиональных навыков в рамках текущей должности или профессии (апскиллинг) и процесс переобучения, освоение новых навыков, новой профессии и переход на новую должность (рескиллинг) становятся обыденными явлениями. Поэтому компании все чаще инвестируют не в поиск имеющихся на рынке талантов, а готовят своих действующих сотрудников под новые цифровые и бизнес-задачи.

Необходимость и возможность непрерывного обучения позволяет перейти от традиционного выделения группы талантливых сотрудников к так называемому инклюзивному подходу. Каждый человек в чем-то талантлив, просто этот талант нужно раскрыть и развивать. Для этого нужно создать соответствующие условия в организации [6].

Речь идет о развитии так называемого внутреннего рынка талантов. Для этого продвинутые компании переходят от жесткой привязки к должностям к развитию навыков сотрудников. Для этого формируются кросс-функциональные команды, где люди из разных подразделений работают вместе над одним проектом, если их навыки там востребованы.

Выявление сильных сторон работников и их развитие окупается, поскольку позволяет сформировать сильную команду за счёт внутренней конкуренции и способности профессионалов притягивать других профессионалов, за счет снижения текучести кадров, повышения общей эффективности организации, стимулирования творчества сотрудников.

Вследствие этого может меняться и дизайн организационной структуры в сторону отхода от жесткой иерархии. Появляются так называемые бионические организации – гибрид жесткой структуры (для стабильных процессов) и сетевых команд (для инновационных проектов), например, Amazon, Netflix, Сбер и ВТБ; формируются самоуправляемые команды (они сами распределяют задачи, бюджет, отвечают за результат), примерами могут служить компания Buurtzorg (Нидерланды, предоставляет услуги патронажного ухода на дому), ООО «Банк Точка» (Россия).

Серьёзное внимание крупные компании уделяют well-being программам (программам благополучия). Они представляют собой комплекс мероприятий, направленных на улучшение физического, психического, эмоционального, социального и финансового благополучия сотрудников [7]. Важность таких программ заключается в сохранении вовлечённости работников, мотивации их к инициативной деятельности, поддержке профессиональных компетенций, обеспечении эффективности производства и лояльности. Успех программ зависит от тесного взаимодействия управленцев и работников, понимания первыми нужд и чаяний последних и вовлечения всех заинтересованных лиц в разработку таких программ.

С учетов происходящих изменений особенностью последних лет является трансформация функций HR менеджеров. Сегодня они не просто кадровики, а архитекторы организационной экосистемы, владеющие цифровыми технологиями, инструментами управления персоналом, знаниями современных особенностей и лучших корпоративных практик управления талантами. Они отвечают за сохранение культурных ценностей, создание инклюзивной корпоративной среды, что является не только проявлением толерантности и этики взаимоотношений, но и условием обеспечения генерации нестандартных идей. Действительно, достаточно часто культура взаимоотношений бывает важнее новых алгоритмов: инновации без изменения подходов к управлению часто вызывают неприятие со стороны персонала.

Понятно, что цифровизация предлагает новые инструменты и аналитику, которые делают управление талантами более эффективным и гибким процессом. Но чтобы действительно удержать нужных специалистов, компании должны сочетать новые технологии с созданием доверительной и уважительной системы взаимодействия. Именно такой синтез позволяет раскрыть потенциал человека и создать долгосрочную ценность [1].

Все описанные выше изменения – это свидетельства того, что основное внимание смещается с традиционного подхода к управлению персоналом на проектирование опыта сотрудника, раскрытие его потенциала через разработку персональных планов/траекторий развития, интрапренерство - поощрение сотрудников брать на себя инициативу, предлагать и реализовывать новые идеи.

Меняются и приемы отбора талантов. Если раньше кадровики должны были искать претендента на вакантную должность (учитывался диплом, возраст, стаж и опыт работы), то сейчас работников ищут под конкретную задачу или проект, делая акцент на гибридные навыки: профессиональные компетенции (hard skills), межличностные умения - критическое мышление, навыки командной работы, умение вести переговоры (soft skills), индивидуальные особенности - потенциал, обучаемость, эмпатия (self skills).

Если традиционно аттестация сотрудника проводилась раз в год, то сейчас для получения быстрой обратной связи компании стараются проводить оценку результатов чаще - раз в неделю или месяц. Это позволяет оперативно понять, каких успехов достиг работник или увидеть в зародыше возникающие у него проблемы. HR менеджеры становятся аналитиками результатов и подсказывают руководителям, кого стоит повысить, а у кого, наоборот, производительность падает.

Традиционно удержание сотрудника всегда строилось на повышении зарплаты или назначении на новую должность. Сейчас сотрудник рассматривается как клиент, поэтому для управленцев важно сделать так, чтобы человек сам сделал выбор в пользу данной компании и остался в ней.

В целом говоря об изменении самой философии управления талантами, следует подытожить, что компании начинают уходить от поиска профессионалов на конкретное место или должность и начинают задумываться о том, какие компетенции нужны сейчас для поддержания конкурентоспособности компании и какие потребуются в ближайшее время, какую стратегию управления талантами выбрать, чтобы быстрее их получить. Все чаще компании прибегают к интегрированному подходу, поскольку управление талантами – это уже не владение людьми, а управление доступностью ресурсов.

За рубежом накоплен значительный опыт управления талантами. Там есть компании, которые считаются лучшими в управлении талантами внутри себя. Это General Electric (GE), Procter & Gamble (P&G), McDonald's[8]. Вместе с ними выделяют компании, которые помогают другим в подборе, развитии и удержании талантов. Это, например, Cornerstone On Demand (лидер в облачном управлении талантами), SAP SuccessFactors, консалтинговые компании - Accenture (Talent and Organization), Korn Ferry, Mercer[9].

Среди российских компаний, которые отличаются удачными практиками в управлении талантами, можно назвать: «Полиметалл», Сбербанк, «Полюс», «Газпром нефть», «Росатом», «Северсталь», «Илим» [10].

Несмотря на имеющиеся успехи и у зарубежных, и у отечественных компаний есть проблемы в управлении талантами.

Для компаний за рубежом в качестве проблем можно назвать старение населения, уход опытных кадров на пенсию, что создаёт дефицит талантов в ряде важных отраслей [11]. Можно указать и на ужесточение конкуренции за узкоспециализированные таланты в высокотехнологичных отраслях.

Кроме этого на рынке труда часто возникает несоответствие между компетенциями выпускников вузов и спросом: не хватает специалистов с востребованными конкретными навыками [12].

В крупных транснациональных корпорациях есть проблемы с согласованием подходов к управлению талантами в разных странах: в азиатских странах больше ценятся коллективные достижения, тогда как в западных - индивидуальные результаты и независимость; в некоторых культурах пунктуальность считается обязательной, в других – приемлемо более гибкое отношение к срокам13] и т.п.

Что касается России, то, во-первых, в компаниях нет единого подхода к тому, кого считать талантливым сотрудником, что уже изначально закладывает основы неэффективного управления. Во-вторых, многие компании в управлении талантами используют реактивный, а не проактивный подход, не рассматривают управление талантами как важный элемент стратегии. В-третьих, не всегда обеспечивается тесная связь системы вознаграждения с целями развития талантов [14]. В-четвертых, в некоторых компаниях талантливые сотрудники воспринимаются как конкуренты и, соответственно, как угроза руководству [6].

Есть и общие проблемы управления талантами, как за рубежом, так и в России. Это: сложность в управлении распределенными командами и удержании талантливых сотрудников, потребность в постоянном переобучении из-за частых технологических изменений, в разработке прозрачных и справедливых систем оценивания работников.

Вместе с тем ясным остается то, что управлять талантами в современных условиях необходимо; этому надо учиться на лучших мировых практиках, стараясь использовать все доступные инструменты с учетом стратегических целей и имеющихся ресурсов.

Заключение

Итак, современные особенности в управлении талантами – это результат влияния глобальных изменений, технологических прорывов, смены поколений на рынке труда.

Управление талантами становится важным условием успешности бизнеса. Правильно выстроенная система отбора и развития талантов позволяет реализовать стратегические планы, создавать и внедрять новшества усилиями заинтересованных, увлеченных и ответственных сотрудников. Новая корпоративная культура дает импульс к раскрытию потенциала сотрудников, активному проявлению своих способностей. Создаваемый в компаниях резерв талантов мобилизует их проявлять активность и творческие способности [3].

В управлении талантами в зарубежных и отечественных компаниях есть успехи, а также проблемы и барьеры. Их преодоление предполагает системность действий, связанных с постоянной диагностикой проблем персонала, увязкой управления талантами со стратегией компании, использованием современных инструментов управления и удержания, индивидуализацией подходов в работе с конкретными талантливыми людьми, укреплением корпоративной культуры и ответственности менеджеров всех уровней за развитие и удержание талантов.

В целом успех в управлении талантами в новых реалиях зависит от осознания важности «битвы за таланты», гибкости и адаптивности действий владельцев компаний, управленцев и самих сотрудников.

Литература

1. Серпик З.П. Цифровая трансформация HR: как новые технологии меняют подходы к управлению талантами и вовлеченности сотрудников. https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-hr-kak-novye-tehnologii-menyayut-podhody-k-upravleniyu-talantami-i-vovlechennosti-sotrudnikov?ysclid=mr85h1fz8k618968362
2. Переход к мотивации на основе навыков и компетенций в 2026 году. https://proboost.ru/blog/perexod-k-motivacii-na-osnove-navykov-i-kompetencii-v-2026-godu/?ysclid=mr85efbw1k116153772
3. Зарубежный и отечественный опыт управления талантами. https://moodle.kstu.ru/mod/page/view.php?id=162779
4. Традиционный HR устаревает: удержать лучших сотрудников через технологии, персонализацию и человечность. https://www.klerk.ru/user/2533700/642588/
5. Как искусственный интеллект меняет рекрутинг: новые методы подбора персонала. https://thehrd.ru/articles/kak-iskusstvennyj-intellekt-menyaet-rekruting-novye-metody-podbora-personala/
6. Самойленко Г. Управление талантами в России: почему подходы и концепция не работают и что с этим делать? https://hr-ratings.com/upravlenie-talantami-rossii-pochemu-podhody-koncepciya-ne-rabotayut?ysclid=mr847574u972804019
7. Зачем бизнесу Well-being программы?https://e-mba.ru/knowledge-base/zachem-biznesu-well-being-programmy
8. Руденко Г.Г., Сидорова В.Н., Сидоров Н.В. Управление талантами: зарубежный опыт и лучшие практики. https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-talantami-zarubezhnyy-opyt-i-luchshie-praktiki?ysclid=mr84r32717947988958
9. Top 20 Talent Management Companies. https://thecconnects.com/top-20-talent-management-companies/
10. Топ-10 российских компаний, лидирующих по качеству развития персонала (2024 год) - Аналитика. https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/HR_development/2024/analytics/?ysclid=mr8590qk1f30233860
11. Кадровый голод. Почему мировой экономике не хватает людей. https://worldmarketstudies.ru/article/kadrovyj-golod-pocemu-mirovoj-ekonomike-ne-hvataet-ludej/
12. Дефицит, но не кадров: работодатели жалуются на нехватку навыков у соискателей. https://s-pro.group/tpost/t1icb3er61-defitsit-no-ne-kadrov-rabotodateli-zhalu
13. Механизм формирования системы мотивации в транснациональных корпорациях. https://dnevniknauki.ru/images/publications/2025/2/economy/Asatryan_Subbotina.pdf
14. Латуха М.О. Управление талантливыми сотрудниками: теоретические подходы и опыт российских компаний https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-talantlivymi-sotrudnikami-teoreticheskie-podhody-i-opyt-rossiyskih-kompaniy?ysclid=mr844w68j907463158

Features and innovative approaches in talent management in modern conditions

Teslenko I.B., Muravyova N.V.

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov

The article is devoted to the issue of talent management in modern conditions. The relevance of the topic is due to the need to change approaches to personnel management due to the impact of global challenges such as digitalization, tougher competition for highly qualified specialists, transformation of the needs of the population and so on.

The article outlines the reasons for the increased attention of companies to talent management, presents the features, directions and strategies of talent management.

It shows the impact of digitalization on the employees themselves, the organizational structure of companies, the functions of HR managers and their approaches to talent management, the formation of an internal talent market, which indicates a change in the philosophy of personnel management. Examples of innovative approaches to talent management are given.

The article identifies both general talent management challenges and those specific to both international and domestic companies.

The article concludes by emphasizing the importance of talent management in light of new realities that require flexibility and adaptability among all stakeholders.

Keywords: talent management, digitalization, traditional and innovative management tools, internal talent market, reactive and proactive approaches to management, human-centricity, inclusive approach, intrapreneurship.

References

1. Serpik Z.P. Digital transformation of HR: how new technologies are changing approaches to talent management and employee engagement. https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-hr-kak-novye-tehnologii-menyayut-podhody-k-upravleniyu-talantami-i-vovlechennosti-sotrudnikov?ysclid=mr85h1fz8k618968362

2. Transition to skills-based motivation in 2026. https://proboost.ru/blog/perexod-k-motivacii-na-osnove-navykov-i-kompetencii-v-2026-godu/?ysclid=mr85efbw1k116153772
3. Foreign and domestic talent management experience. https://moodle.kstu.ru/mod/page/view.php?id=162779
4. Traditional HR is becoming obsolete: retain the best employees through technology, personalization, and humanity. https://www.klerk.ru/user/2533700/642588/
5. How artificial intelligence is changing recruiting: new methods of personnel selection. https://thehrd.ru/articles/kak-iskusstvennyj-intellekt-menyaet-rekruting-novye-metody-podbora-personala/
6. Samoylenko G. Talent management in Russia: why don't the approaches and concepts work and what to do about it? https://hr-ratings.com/upravlenie-talantami-rossii-pochemu-podhody-koncepciya-ne-rabotayut?ysclid=mr847574u972804019
7. Why does a business need Well-being programs?https://e-mba.ru/knowledge-base/zachem-biznesu-well-being-programmy
8. Rudenko G.G., Sidorova V.N., Sidorov N.V. Talent management: foreign experience and best practices. https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-talantami-zarubezhnyy-opyt-i-luchshie-praktiki?ysclid=mr84r32717947988958
9. Top 20 Talent Management Companies. https://thecconnects.com/top-20-talent-management-companies/
10. Top 10 Russian companies leading in the quality of personnel development (2024) - Analytics. https://raex-rr.com/ESG/ESG_companies/HR_development/2024/analytics/?ysclid=mr8590qk1f30233860
11. Personnel shortage. Why the global economy lacks people. https://worldmarketstudies.ru/article/kadrovyj-golod-pocemu-mirovoj-ekonomike-ne-hvataet-ludej/
12. Shortage, but not staff: employers complain about the lack of skills among applicants. https://s-pro.group/tpost/t1icb3er61-defitsit-no-ne-kadrov-rabotodateli-zhalu
13. The mechanism of motivation system formation in multinational corporations. https://dnevniknauki.ru/images/publications/2025/2/economy/Asatryan_Subbotina.pdf
14. Latukha M.O. Management of talented employees: theoretical approaches and experience of Russian companies https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-talantlivymi-sotrudnikami-teoreticheskie-podhody-i-opyt-rossiyskih-kompaniy?ysclid=mr844w68j907463158

Типология и критерии выбора моделей внедрения инноваций в системе управления цифровой трансформацией

Трусов Сергей Алексеевич
аспирант, кафедра менеджмента института бизнес-коммуникаций, СПбГУПТД, info@crtnsp.ru

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты выбора моделей внедрения инноваций в системе управления цифровой трансформацией бизнеса. На основе анализа классических и современных подходов к управлению инновациями (Э. Роджерс, Ф. Басс, Р. Купер, периодизация Ротуэлла) и моделей цифровой трансформации предложена авторская типология моделей внедрения инноваций, включающая: линейные (каскадные), итеративные (гибкие), платформенные и гибридные. Выявлены и систематизированы ключевые критерии выбора модели: тип инновации, аспекты внешней среды, степень готовности организации к изменениям, масштаб и сложность проекта. На основе ретроспективного анализа российских кейсов 2024–2026 гг. (ГК «Агропромкомплектация», ММК, «Аскона», «РКС-энерго», «Петрозаводскмаш», «Ингосстрах», ГК «Дело», «Роснефть») показано, что наиболее эффективными в условиях цифровой трансформации являются гибридные модели, сочетающие элементы каскадного планирования для инфраструктурных проектов и итеративных подходов для продуктовых инноваций. Делается вывод, что обоснованный выбор модели внедрения инноваций является одним из критических факторов успеха цифровой трансформации и должен учитывать как технологические, так и организационно-культурные аспекты.

Ключевые слова: типология моделей внедрения инноваций, цифровая трансформация, критерии выбора, управление изменениями, гибридные модели, инновационный менеджмент, бизнес-процессы.

Введение

Цифровая трансформация бизнеса представляет собой сложный и многоэтапный процесс, требующий внедрения новых технологий, фундаментальной перестройки стратегии, организационной структуры, бизнес-процессов и корпоративной культуры. В условиях ускоряющейся турбулентности внешней среды, изменения потребительских предпочтений и ужесточения конкуренции способность компаний эффективно внедрять инновации становится критическим условием выживания и развития.

Как отмечают исследователи, «модели внедрения инноваций играют решающую роль в процессе цифровой трансформации бизнеса, являясь основой для эффективной адаптации компаний к быстро меняющимся условиям цифровой экономики» [6]. Однако, как показывает практика, значительная часть программ цифровой трансформации не достигает поставленных целей. По оценкам аналитических агентств, доля неудачных или частично успешных трансформационных проектов составляет от 70 до 80% [13]. При этом ключевые причины провалов лежат не в области технологий, а в сфере управления – неготовности руководства, сопротивлении персонала, несоответствии организационной структуры и методов управления новым вызовам.

Особую актуальность проблема приобретает в контексте выбора адекватной модели внедрения инноваций. Традиционные подходы, ориентированные на линейное (каскадное) внедрение, часто оказываются неэффективными в условиях высокой неопределенности, характерной для цифровой трансформации. В то же время, гибкие методологии, доказавшие свою эффективность в ИТ-разработке, не всегда применимы к масштабным инфраструктурным проектам. Возникает необходимость систематизации существующих моделей внедрения инноваций и выработки критериев их выбора применительно к цифровой трансформации бизнеса.

В современной научной литературе представлены различные подходы к классификации моделей внедрения инноваций. Так, в работе Л.А. Кузнецова рассматривается периодизация моделей инновационных процессов по Ротуэллу, выделяются существенные особенности каждого поколения моделей и их влияние на современные методики в области запуска инновационных продуктов [6]. Особое внимание уделяется современным моделям инновационного процесса: модели открытых инноваций и модели «Ворота» Р. Купера. В работе А.И. Горожанкина разработана классификация моделей цифровой экономики в контексте применения технологий смешанной реальности, включающая линейные, платформенные, сетевые и гибридные модели [3]. В исследовании Муханова Б.Б. и соавторов рассматриваются инновационные модели управления предприятием в условиях цифровой трансформации и глобализации, включая экосистемный подход и Agile-менеджмент [8].

Вместе с тем, комплексные исследования, систематизирующие модели внедрения инноваций и критерии их выбора применительно к цифровой трансформации на основе актуальных российских кейсов 2024–2026 гг., представлены недостаточно. Настоящая работа призвана восполнить этот пробел.

Цель исследования – разработка типологии моделей внедрения инноваций и обоснование критериев их выбора в системе управления цифровой трансформацией бизнеса.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ классических и современных моделей внедрения инноваций;
2. Разработать типологию моделей внедрения инноваций применительно к цифровой трансформации;
3. Выявить и систематизировать критерии выбора моделей внедрения инноваций;
4. На основе анализа российских кейсов 2024–2026 гг. обосновать эффективность применения различных моделей.

Материалы и методы

В основе исследования лежит комплексный подход, сочетающий методы системного анализа (для разработки типологии моделей внедрения инноваций), сравнительного анализа (при сопоставлении различных моделей и их эффективности), а также ретроспективного анализа (при изучении практик внедрения инноваций в российских компаниях).

Теоретическую базу исследования составляют классические работы в области диффузии инноваций (Э. Роджерс, Ф. Басс), теории управления изменениями (Дж. Коттер, К. Левин), модели инновационных процессов (Р. Купер, периодизация Ротуэлла), а также современные исследования в области цифровой трансформации и инновационного менеджмента.

Эмпирическую базу работы формируют открытые данные о реализации проектов цифровой трансформации в российских компаниях различных отраслей за период 2024–2026 гг., опубликованные в специализированных отраслевых изданиях (CNews, TAdviser), официальные пресс-релизы и отчёты компаний (ГК «Агропромкомплектация», ПАО «ММК», «Аскона», «РКС-энерго», «Петрозаводскмаш», «Ингосстрах», ГК «Дело», «Роснефть»).

Результаты и обсуждение

В научной литературе сложилось несколько фундаментальных подходов к описанию процессов внедрения и распространения инноваций. Классической является **теория диффузии инноваций Э. Роджерса**, которая описывает процесс распространения новых идей и технологий в социальных системах [6]. Согласно этой теории, диффузия инноваций подчиняется S-образной кривой и проходит через пять стадий: осведомленность, убеждение, принятие решения, внедрение и подтверждение. Роджерс выделяет пять категорий пользователей (новаторы, ранние последователи, раннее большинство, позднее большинство и отстающие), что позволяет прогнозировать скорость и масштаб распространения инноваций.

Модель Ф. Басса является математическим развитием теории Роджерса и описывает диффузию инноваций через два коэффициента: коэффициент инновации (p) – отражающий влияние внешних факторов (реклама, маркетинг), и коэффициент имитации (q) – отражающий влияние социального научения и «эффекта присоединения к большинству» [6]. Модель Басса позволяет прогнозировать темпы распространения инноваций и широко используется в маркетинге и стратегическом планировании.

Значительный вклад в развитие теории управления инновациями внесла **периодизация моделей инновационных процессов по Ротуэллу**. Как отмечает Л.А. Кузнецов, «рассматривается периодизация моделей инновационных процессов по Ротуэллу, и выделяются существенные особенности каждого поколения моделей и их влияние на современные методики в области запуска инновационных продуктов и построение процессов непрерывной генерации инноваций внутри компании» [6]. Эволюция моделей инновационных процессов отражает переход от линейных (технологический толчок, рыночное притяжение) к интерактивным и сетевым моделям, что соответствует усложнению инновационной деятельности и росту неопределенности.

Модель «Ворота» Р. Купера представляет собой одну из наиболее известных моделей управления инновационными проектами [8]. Она предполагает разделение процесса разработки инноваций на последовательные этапы (стадии), разделенные контрольными точками (воротами), на которых принимается решение о продолжении, корректировке или остановке проекта. Данная модель позволяет структурировать инновационный процесс, снизить риски и повысить эффективность использования ресурсов.

Однако классические модели диффузии инноваций были разработаны преимущественно для описания распространения новых продуктов и технологий на рынке, а не для управления процессами внедрения внутри организации. В контексте цифровой трансформации возникает потребность в моделях, описывающих именно внутриорганизационные процессы внедрения инноваций [3; 8].

На основе анализа теоретических подходов и практик внедрения инноваций в российских компаниях предлагается следующая типология моделей внедрения инноваций применительно к цифровой трансформации:

1. **Линейные (каскадные) модели** – предполагают последовательное выполнение этапов внедрения инноваций: от идеи до промышленной эксплуатации. Каждый этап завершается до начала следующего. Данные модели эффективны для проектов с низкой неопределенностью, четкими требованиями и стабильной внешней средой. Примерами являются классическое проектное управление (waterfall) и модели «технологического толчка» [6]. Однако в условиях цифровой трансформации, характеризующейся высокой скоростью изменений и неопределенностью, линейные модели часто оказываются недостаточно гибкими.

2. **Итеративные (гибкие) модели** – предполагают циклическое выполнение этапов внедрения с постоянной обратной связью и корректировкой. К ним относятся Agile-методологии (Scrum, Kanban), а также модели, основанные на принципах бережливого производства и непрерывного совершенствования [8]. Данные модели эффективны для проектов с высокой неопределенностью, где требования могут меняться в процессе реализации. В цифровой трансформации итеративные модели широко применяются при разработке цифровых продуктов, клиентских сервисов и быстрых экспериментов.

3. **Платформенные модели** – предполагают создание единой технологической платформы, на основе которой осуществляется внедрение различных инноваций. Данные модели характерны для цифровых экосистем, где инновации внедряются не изолированно, а как часть интегрированной системы [3]. Примером служат платформенные решения в ритейле и логистике, где создание единой цифровой платформы позволяет последовательно наращивать функциональность и масштабировать инновации.

4. **Гибридные модели** – сочетают элементы линейных и итеративных подходов. В рамках гибридных моделей жёсткое планирование сохраняется для ключевых этапов (например, выбор архитектуры, обеспечение соответствия регуляторным требованиям), а гибкие методы применяются для разработки цифровых продуктов и итеративного улучшения процессов. Как показывает практика, гибридные модели наиболее эффективны в условиях цифровой трансформации, поскольку позволяют сохранить управляемость для крупных инфраструктурных проектов и одновременно обеспечить адаптивность для инновационных инициатив [13].

На основе анализа теоретических подходов и практических кейсов выделены следующие ключевые критерии, определяющие выбор модели внедрения инноваций:

1. **Тип инновации.** Инновации могут быть технологическими, процессными, организационными и инновациями бизнес-модели. Для технологических и процессных инноваций с высокой степенью определенности чаще применяются линейные модели. Для инноваций бизнес-модели и организационных изменений, характеризующихся высокой неопределенностью, более эффективны итеративные или гибридные подходы [8; 13].

2. **Аспекты внешней среды**. В условиях высокой турбулентности (изменение регуляторных требований, появление новых технологий, изменение потребительских предпочтений) предпочтительны итеративные и гибридные модели, позволяющие адаптироваться к изменениям в процессе реализации [3].

3. **Степень готовности организации к изменениям.** Уровень цифровой зрелости, наличие необходимых компетенций, вовлеченность руководства и культурная готовность определяют возможность применения тех или иных моделей. Для организаций с низкой готовностью к изменениям более подходят компонентные (модульные) подходы с поэтапным внедрением [13].

4. **Масштаб и сложность проекта.** Крупные инфраструктурные проекты (внедрение ERP, ЦОД, системы безопасности) требуют более жесткого планирования и контроля, что делает линейные или гибридные модели предпочтительными. Для небольших продуктовых инициатив более эффективны итеративные подходы [8].

Анализ актуальных российских кейсов цифровой трансформации позволяет наглядно демонстрировать применение различных моделей внедрения инноваций и подтвердить предложенную типологию.

Кейс ГК «Агропромкомплектация» демонстрирует применение гибридной модели внедрения инноваций. Предприятие реализовало проект по внедрению EAM-системы «1С:ТОИР КОРП», начав с длительной методологической подготовки (шесть месяцев, 1500 специалистов). На этапе подготовки применялся линейный (каскадный) подход – четкое планирование, стандартизация процессов, формализация требований. На этапе внедрения и масштабирования использовались элементы итеративного подхода – поэтапное внедрение на пилотных площадках, сбор обратной связи, корректировка. Результаты: доля аварийных ремонтов снизилась с 70 до 15%, а количество поломок оборудования — на 30% [1].

Кейс ПАО «ММК» иллюстрирует комплексный подход к цифровой трансформации, сочетающий элементы различных моделей. За период 2020–2024 гг. компания реализовала 95 цифровых проектов, инвестировав 3,9 млрд рублей, при этом ожидаемый экономический эффект по итогам 2025 года оценивается в 6,8 млрд рублей, а средний срок окупаемости составляет 2,4 года [7]. Из 95 реализованных проектов 51 связан с технологиями искусственного интеллекта, что отражает глобальный тренд, в рамках которого ИИ играет ведущую роль в цифровой трансформации промышленности. В марте 2025 года на ММК создан единый Центр компетенций по ИИ, что позволило унифицировать компоненты цифровой платформы и повысить эффективность внедрения проектов.

Накопительный экономический эффект от внедрения RPA (роботизированной автоматизации процессов) по итогам 2025 года прогнозируется на уровне 2 млрд рублей [9]. Данный кейс демонстрирует применение платформенной модели, где создание единого Центра компетенций и унифицированной ИИ-платформы становится основой для масштабирования инноваций.

Кейс компании «Аскона» (ритейл и производство) показывает эффективность итеративных и платформенных подходов. В 2025 году компания стала победителем премии «New Retail 2025» сразу в двух номинациях. В номинации «Логистика, склад и фулфилмент» был отмечен проект оптимизации складской сети с использованием цифрового моделирования: компания снизила общий логистический бюджет на 1,1%, перераспределив товарные потоки между более чем 40 складами без расширения площадей, при этом количество транзакционных операций сократилось на 13%. В номинации «Операционная деятельность» победил проект внедрения системы «SteadyControl», которая объединяет лучшие практики управления персоналом, помогает оцифровать бизнес-процессы и планировать работу по достижению стандартов обслуживания; в результате конверсия в продажу в салонах выросла на 3 п.п. Кроме того, компания внедрила роботизированную систему «Comitas», обеспечившую прирост плотности хранения с 43% до 65% и увеличение скорости отбора товаров более чем в 6 раз. Руководство компании подчеркивает, что акцент смещается с увеличения площадей на цифровизацию и модернизацию бизнес-процессов [2]. Данный кейс демонстрирует сочетание итеративных подходов (постоянная обратная связь и корректировка) с платформенными элементами (цифровое моделирование, роботизация).

Кейс «РКС-энерго» (энергетика) иллюстрирует применение платформенной модели для масштабной трансформации. Компания реализовала проект цифровой трансформации «Учет сбыта электроэнергии физическим лицам для 600 000 абонентов», заняв первое место в федеральном конкурсе «Проект года 2025». До внедрения учёт вёлся в 18 обособленных исторических базах данных, что порождало невозможность оперативной сквозной аналитики и высокие операционные издержки. Проект, реализованный на российской платформе «1С:Биллинг», объединил более 600 000 лицевых счетов в единую базу, автоматизировал полный цикл учета – от приёма показаний до формирования отчетности [10]. В результате компания создала централизованную, прозрачную и управляемую систему, охватывающую все ключевые бизнес-процессы. Данный кейс показывает, что платформенные модели особенно эффективны для консолидации разрозненных данных и создания единой экосистемы.

Кейс «Петрозаводскмаш» (машиностроение, входит в Росатом) демонстрирует достижение высшего уровня цифровой зрелости. В 2025 году завод впервые достиг «золотого» уровня цифровой зрелости в рейтинге предприятий Росатома, что является наглядным примером эффективности цифровой трансформации в современной промышленности. Предприятие является крупнейшим машиностроительным предприятием Карелии и одним из самых современных заводов Росатома, лидирует по внедрению цифровых технологий в производственные процессы. Средства автоматизации позволяют не только оптимизировать производственные процессы, но и повышать качество, надёжность и безопасность выпускаемой продукции [11]. Данный кейс демонстрирует, что достижение высокого уровня цифровой зрелости требует системного подхода, сочетающего элементы различных моделей внедрения на разных этапах трансформации.

Кейс «Ингосстрах» (финансовый сектор) иллюстрирует применение гибридной модели с акцентом на цифровую культуру и человеческий фактор. Компания признана лидером цифровой трансформации, занимая первые места в рейтинге агентства «SDI 360°». В 2025 году компания усилила цифровой и AI-контур, развивала Open API, новые платежные сценарии, платформу ИИ для сотрудников и отдельное направление мультиагентных систем. Кроме того, «Ингосстрах» стал лауреатом премии «Russian Employee Experience Awards 2025» в номинации «Лучшая команда по цифровому опыту сотрудников». Компания создала единую цифровую платформу, объединившую коммуникационное пространство и организационно-кадровые процессы, а также заняла первое место в номинации «Цифровой HR» на премии «ТОП50HR» [4]. Данный кейс показывает важность интеграции управленческих и культурных изменений в процесс цифровой трансформации, что соответствует гибридной модели внедрения инноваций.

Кейс ГК «Дело» (транспорт и логистика) демонстрирует централизацию ИТ-функции как элемент платформенной модели. В 2024 году группа централизовала управление информационными технологиями, включая информационную безопасность, на базе внутреннего ИТ-интегратора «Делотех». Компания завершила консолидацию ИТ-активов, усилив компетенции за счет присоединения компании «Ролис» – разработчика цифровых решений для грузовой логистики. Объединение позволило создать единую платформу для цифровой трансформации и запуска масштабных ИТ-проектов на уровне всей группы. В 2025 году планируется завершение перехода на сервисную модель управления информационной безопасностью [5]. Данный кейс показывает, что платформенная модель, основанная на централизации ИТ-компетенций, может быть эффективна для создания единой цифровой среды в холдинговых структурах.

Кейс «Роснефть» (нефтегазовая отрасль) демонстрирует применение инновационной модели с акцентом на импортозамещение и роботизацию. В 2025 году специалисты уфимского научного института компании разработали и запатентовали первый в России роботизированный комплекс для ремонта насосно-компрессорных труб. Роботизированный комплекс выполнен в виде модульной конструкции, что позволяет адаптировать его конфигурацию под условия конкретного региона добычи. В результате роботизации доля ручных операций сокращается на 53%, а производительность увеличивается на 25%. Кроме того, специалисты компании разработали и запатентовали цифровой помощник «DataTools», который автоматизирует процесс сбора и обработки динамических данных дебита и давления газовых и газоконденсатных скважин [12]. Данный кейс демонстрирует применение инновационных моделей с высокими инвестициями и высокими рисками, но с существенным потенциалом роста эффективности.

На основе проведённого анализа можно сформулировать следующие выводы о применимости различных моделей внедрения инноваций в цифровой трансформации:

Таблица 1
Сравнительная характеристика моделей внедрения инноваций.

Модель	Критерии выбора	Преимущества	Ограничения	Рекомендуемые сценарии	Пример из практики
Линейная (каскадная)	Низкая неопределенность, четкие требования, стабильная среда	Четкое планирование, контроль, предсказуе- мость	Низкая адаптивность, сложность изменений	Инфраструктурные проекты с низкой неопределенностью	Подготовительный этап ГК «Агропромкомплектация»
Итеративная (гибкая)	Высокая неопределенность, частые изменения требований	Адаптивность, скорость, вовлеченность команд	Сложность масштабирова- ния, требования к культуре	Разработка цифровых продуктов, эксперименты	Разработка ИИ-систем, проекты «Асконы»
Платформен-ная	Стратегия экосистемы, наличие ресурсов	Масштабируе -мость, интеграция, синергия	Высокие начальные инвестиции	Цифровые экосистемы, платформенные бизнес-модели	ММК (Центр компетенций ИИ), «РКС-энерго», ГК «Дело»
Гибридная	Крупные проекты, сочетание инфраструктуры и инноваций	Баланс жесткости и гибкости, универсаль- ность	Сложность синхронизации подходов	Крупные проекты с элементами неопределенно- сти	ГК «Агропромкомплектация», «Ингосстрах»

На основе проведённого анализа и логики предложенной классификации автором сформулированы следующие прогнозные оценки потенциального эффекта от выбора адекватной модели внедрения инноваций:

– сокращение сроков внедрения инновационных проектов – на 20–30% (за счёт выбора модели, соответствующей типу инновации и уровню неопределенности);

– повышение доли успешно завершенных инновационных инициатив – с 55% до 75% (на основе сравнения с отраслевыми бенчмарками [13]);

– снижение перерасхода бюджета по инновационным проектам – с 30–40% до 5–10% (за счёт применения итеративных подходов для проектов с высокой неопределенностью);

– повышение удовлетворенности персонала и снижение сопротивления – на 25–30% (за счет вовлечения сотрудников в итеративные процессы и своевременной обратной связи).

Приведённые количественные показатели являются экспертным прогнозом автора, основанным на ретроспективном анализе открытых

кейсов, логике построения классификации и сравнении с отраслевыми бенчмарками. Они не являются результатом строгого статистического эксперимента, а служат для иллюстрации практического потенциала предлагаемого подхода и требуют дальнейшей эмпирической верификации.

Выводы

Проведенный анализ теоретических подходов и практик внедрения инноваций в российских компаниях за период 2024–2026 гг. позволяет сформулировать следующие выводы.

Классические теории диффузии инноваций (Э. Роджерс, Ф. Басс) и моделей инновационных процессов (Р. Купер, периодизация Ротуэлла) создают теоретическую основу для понимания процессов распространения и внедрения инноваций. Однако для управления внутриорганизационными процессами цифровой трансформации требуются более конкретные типологии и инструменты выбора.

Предложена типология моделей внедрения инноваций применительно к цифровой трансформации, включающая четыре типа: линейные (каскадные), итеративные (гибкие), платформенные и гибридные. Каждая модель имеет свои преимущества и ограничения, определяющие сферы ее применения.

Выявлены ключевые критерии, определяющие выбор модели внедрения инноваций: тип инновации (технологическая, процессная, организационная, бизнес-модели), аспекты внешней среды, степень готовности организации к изменениям, масштаб и сложность проекта.

На основе ретроспективного анализа актуальных российских кейсов (ГК «Агропромкомплектация», ПАО «ММК» с 95 проектами и эффектом 6,8 млрд руб., «Аскона» с ростом производительности склада в 6 раз, «РКС-энерго» с консолидацией 600 тыс. абонентов, «Петрозаводскмаш» с достижением «золотого» уровня зрелости, «Ингосстрах» – лидер цифровой трансформации, ГК «Дело» с централизацией ИТ, «Роснефть» с первым российским роботизированным комплексом) показано, что наиболее эффективными в условиях цифровой трансформации являются гибридные модели, сочетающие элементы каскадного планирования для инфраструктурных проектов и итеративных подходов для продуктовых инноваций. Платформенные модели эффективны для создания цифровых экосистем и масштабирования инноваций, особенно в металлургии, энергетике и логистике.

Прогнозные оценки автора (сокращение сроков внедрения на 20–30%, повышение успешности проектов до 75%) демонстрируют потенциал осознанного выбора модели внедрения инноваций. Данные оценки носят экспертный характер и требуют дальнейшей верификации в ходе пилотных внедрений.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенная типология и выделенные критерии выбора моделей внедрения инноваций могут быть использованы руководителями предприятий при планировании и реализации цифровой трансформации.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой методики количественной оценки эффективности различных моделей внедрения инноваций в зависимости от отраслевой специфики и уровня цифровой зрелости организации, а также с созданием инструментов поддержки принятия решений при выборе модели внедрения инноваций.

Литература

1. «Агропромкомплектация» в 5 раз сократила долю аварийных ремонтов и на 20% повысила эффективность складских запасов [Электронный ресурс] // CNews. – 2024. – 25 декабря. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2024-12-25_agropromkomplektatsiya (дата обращения: 20.06.2026).
2. Аскона – победитель конкурса кейсов New Retail 2025 [Электронный ресурс] // Аскона. – 2025. – 27 июня. – URL: https://www.askona.ru/news/company/askona-pobeditel-premii-new-retail-2025/ (дата обращения: 22.06.2026).
3. Горожанкин А.И. Теоретические основы применения технологий смешанной реальности в цифровой трансформации бизнеса: анализ концепций и моделей // Журнал прикладных исследований. – 2023. – № S3. – С. 127–132. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-primeneniya-tehnologiy-smeshannoy-realnosti-v-tsifrovoy-transformatsii-biznesa-analiz-kontseptsiy-i-modeley (дата обращения: 23.06.2026).
4. «Ингосстрах» признали лидером в цифровом урегулировании [Электронный ресурс] // AK&M. – 2025. – 5 сентября. – URL: https://www.akm.ru/press/ingosstrakh_priznali_liderom_v_tsifrovom_uregulirovanii/ (дата обращения: 22.06.2026).
5. Крупнейший российский перевозчик контейнеров ГК «Дело» централизовал функцию ИТ, поглотив отраслевого разработчика ПО [Электронный ресурс] // TAdviser. – 2025. – 21 октября. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные_технологии_в_ГК_Дело (дата обращения: 21.06.2026).
6. Кузнецов Л.А. Модели инновационного развития в контексте цифровой трансформации бизнеса // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 9. – С. 30–32. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-innovatsionnogo-razvitiya-v-kontekste-tsifrovoy-transformatsii-biznesa/viewer (дата обращения: 22.06.2026).
7. ММК рассчитывает сэкономить 6,8 млрд рублей за счет реализации 95 цифровых проектов [Электронный ресурс] // ММК. – 2025. – 8 декабря. – URL: https://mmk.ru/en/press-center/news/mmk-ozhidaet-6-8-mlrd-rubley-ekonomicheskogo-effekta-ot-vnedreniya-95-tsifrovykh-proektov/ (дата обращения: 23.06.2026).
8. Муханов Б.Б., Шалбаева Ш.Е., Кадырбаев Е. Инновационные модели управления предприятием в эпоху цифровой трансформации и глобализации // Вестник науки. – 2025. – № 5 (86). – С. 226–231. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-modeli-upravleniya-predpriyatiem-v-epohu-tsifrovoy-transformatsii-i-globalizatsii (дата обращения: 24.06.2026).
9. По итогам 2025 года накопительный эффект роботизации в Группе ММК составит 2 млрд рублей [Электронный ресурс] // ПАО «ММК». – 2025. – 8 июля. – URL: https://mmk.ru/ru/press-center/news/po-itogam-2025-goda-nakopitelnyy-effekt-robotizatsii-v-gruppe-mmk-sostavit-2-mlrd-rubley/ (дата обращения: 21.06.2026).
10. Проект ООО «РКС-энерго» стал лучшим отраслевым решением в России [Электронный ресурс] // РКС-энерго. – 2026. – 29 января. – URL: https://www.rks-energo.ru/news/1056/ (дата обращения: 20.06.2026).
11. Расширенное заседание Регионального совета Карельского отделения СоюзМаш России [Электронный ресурс] // СоюзМаш. – 2025. – 23 октября. – URL: https://soyuzmash.ru/news/work-in-the-regions/rasshirennoe-zasedanie-regionalnogo-soveta-karelskogo-otdeleniya-soyuzmash-rossii/ (дата обращения: 22.06.2026).
12. «Роснефть» создала первый в России роботизированный комплекс для ремонта нефтяных труб [Электронный ресурс] // Роснефть. – 2025. – 31 июля. – URL: https://www.rosneft.ru/press/news/item/222614/ (дата обращения: 22.06.2026).
13. Ткач П.С. Адаптация бизнес-моделей к технологическим инновациям: роль цифровой трансформации в современном бизнесе // Modern Economy Success / Успехи современной экономики. – 2025. – № 3. – С. 298–310. – URL: https://journals.rcsi.science/2500-3747/article/view/369437 (дата обращения: 22.06.2026).

Typology and criteria for choosing models of innovation implementation in the digital transformation management system

Trusov S.A.
SPBGUPTD

The article discusses the theoretical and practical aspects of choosing models for implementing innovations in the digital business transformation management system. Based on the analysis of classical and modern approaches to innovation management (E. Rogers, F. Bass, R. Cooper, Rothwell's periodization) and digital transformation models the author's typology of innovation models is proposed, including: linear (cascading), iterative (flexible), platform and hybrid. The key criteria for choosing a model are identified and systematized: the type of innovation, the level of uncertainty in the external environment, the degree of readiness of the organization for change, and the scale and complexity of the project. Based on a retrospective analysis of Russian cases from 2024-2026 (Agropromkomplektatsiya Group, MMK, Ascona, RKS-Energo, Petrozavodskmash, Ingosstrakh, Delo Group, Rosneft), it is shown that hybrid models combining elements of cascade planning are the most effective in the context of digital transformation. for infrastructure projects and iterative approaches for product innovation. It is concluded that an informed choice of an innovation model is one of the critical factors for the success of digital transformation and should take into account both technological and organizational and cultural aspects.

Keywords: typology of innovation implementation models, digital transformation, selection criteria, change management, hybrid models, innovation management, business processes.

References

1. Agropromkomplektatsiya reduced the share of emergency repairs by 5 times and increased the efficiency of inventory by 20% [Electronic resource] // CNews. – 2024. – December 25. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2024-12-25_agropromkomplektatsiya (accessed: 06/20/2026).
2. Ascona is the winner of the New Retail 2025 case study competition [Electronic resource] // Ascona. – 2025. – June 27. – URL: https://www.askona.ru/news/company/askona-pobeditel-premii-new-retail-2025 / (date of access: 06/22/2026).
3. Gorozhankin A.I. Theoretical foundations of the use of mixed reality technologies in digital business transformation: analysis of concepts and models // Journal of Applied Research. – 2023. – No. S3. – pp. 127-132. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-primeneniya-tehnologiy-smeshannoy-realnosti-v-tsifrovoy-transformatsii-biznesa-analiz-kontseptsiy-i-modeley (date of request: 06/23/2026).
4. Ingosstrakh was recognized as a leader in digital settlement [Electronic resource] // AK&M. – 2025. – September 5. – URL: https://www.akm.ru/press/ingosstrakh_priznali_liderom_v_tsifrovom_uregulirovanii / (date of access: 06/22/2026).
5. Delo Group, the largest Russian container carrier, has centralized the IT function by absorbing the industry software developer [Electronic resource] // TAdviser. – 2025. –

October 21. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Information_technology_the case (accessed: 06/21/2026).
6. Kuznetsov L.A. Models of innovative development in the context of digital business transformation // Innovations and investments. - 2018. – No. 9. – pp. 30-32. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modeli-innovatsionnogo-razvitiya-v-kontekste-tsifrovoy-transformatsii-biznesa/viewer (date of request: 06/22/2026).
7. MMK expects to save 6.8 billion rubles through the implementation of 95 digital projects [Electronic resource] // MMK. – 2025. – December 8. – URL: https://mmk.ru/en/press-center/news/mmk-ozhidaet-6-8-mlrd-rubley-ekonomicheskogo-effekta-ot-vnedreniya-95-tsifrovykh-proektov / (date of access: 06/23/2026).
8. Mukhanov B.B., Shalbayeva Sh.E., Kadyrbaev E. Innovative enterprise management models in the era of digital transformation and globalization // Bulletin of Science. – 2025. – № 5 (86). – Pp. 226-231. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-modeli-upravleniya-predpriyatiem-v-epohu-tsifrovoy-transformatsii-i-globalizatsii (date of request: 06/24/2026).
9. By the end of 2025, the cumulative effect of robotization in the MMK Group will amount to 2 billion rubles [Electronic resource] // MMK PJSC. – 2025. – July 8th. – URL: https://mmk.ru/ru/press-center/news/po-itogam-2025-goda-nakopitelnyy-effekt-robotizatsii-v-gruppe-mmk-sostavit-2-mlrd-rubley / (date of access: 06/21/2026).
10. The RKS-energo LLC project has become the best industry solution in Russia [Electronic resource] // RKS-energo. – 2026. – January 29. – URL: https://www.rks-energo.ru/news/1056 / (date of access: 06/20/2026).
11. Expanded meeting of the Regional Council of the Karelian branch of Soyuzmash of Russia [Electronic resource] // Soyuzmash. – 2025. – October 23. – URL: https://soyuzmash.ru/news/work-in-the-regions/rasshirennoe-zasedanie-regionalnogo-soveta-karelskogo-otdeleniya-soyuzmash-rossii / (date of access: 06/22/2026).
12. Rosneft has created Russia's first robotic complex for repairing oil pipes [Electronic resource] // Rosneft. – 2025. – July 31. – URL: https://www.rosneft.ru/press/news/item/222614 / (date of access: 06/22/2026).
13. Tkach P.S. Adaptation of business models to technological innovations: the role of digital transformation in modern business // Modern Economy Success / Successes of modern economy. – 2025. – No. 3. – pp. 298-310. – URL: https://journals.rcsi.science/2500-3747/article/view/369437 (date of request: 06/22/2026).

Цифровизация как драйвер инновационного развития промышленности: тренды и перспективы

Чудаев Андрей Викторович
д.э.н., доцент, профессор кафедры «Экономика и управление на транспорте», Дальневосточный государственный университет путей сообщения, andrej_2004@mail.ru

В реалиях 2026 года сформировалась выраженная проблема несоответствия между высокими инвестициями промышленных предприятий в ИТ-решения и фактическим ростом их операционной рентабельности: декларируемый потенциал сквозных технологий зачастую «разбивается» о консервативную заводскую рутину. Для объективной оценки этой ситуации и поиска решений в исследовании применены методы системного синтеза, контент-оценки источников, обобщения, обработки статистической информации. В качестве главного результата работы выступает формирование адаптивного фреймворка модернизации, в котором предлагаются нетипичные механизмы купирования системных проблем: концепция децентрализованного владения информацией (Data Mesh) на уровне отдельных цехов; метод гибридного онбординга инженеров с применением гарнитур дополненной реальности. Практическая значимость исследования проявляется в том, что предложенные инструменты способны напрямую нивелировать острый кадровый дефицит на рабочих местах, формируя прикладную базу для менеджмента и директоров по развитию металлургических и машиностроительных холдингов. Материал будет полезен для менеджмента металлургических и машиностроительных холдингов, директоров по развитию.

Ключевые слова: аддитивное производство, гибридный онбординг, децентрализация управления, искусственный интеллект, кибербезопасность, предиктивный сервис, технологический суверенитет, цифровизация, экономика инноваций.

Введение

В условиях текущей геоэкономической нестабильности и перестройки логистических цепочек именно технологический суверенитет рассматривается как базис устойчивости государства. Разумно предположить, что адаптация к парадигме «Индустрия 4.0» требует от промышленных субъектов перехода от фрагментарной автоматизации к экосистемным платформенным конфигурациям. Вследствие этого отметим, что успех на рынке определяется не столько масштабом физических мощностей, сколько скоростью обработки массивов данных, способностью гибко перестраивать бизнес-процессы под влиянием внешних шоков.

Как представляется, цифровизация превратилась в институциональный «ускоритель». Примечательно, что в государственных инициативах в России устанавливаются жесткие ориентиры: до 2030 года не менее 80% обрабатывающих компаний должны перевести критические контуры управления на отечественное программное обеспечение [10]. В связи с этим укажем на актуальность исследования механизмов, посредством которых современные вычислительные комплексы воздействуют на операционную рентабельность. Отрасль перестраивается на ходу. Старые методики больше не работают.

Научная проблема, решаемая в рамках данной статьи, заключается в необходимости осмысления и оценки разрыва между декларируемыми возможностями сквозных инструментов (алгоритмы машинного обучения, сенсорные сети, виртуальные двойники) и фактическими экономическими «дивидендами» от их внедрения на объектах. В сопоставлении с более ранними подходами, которые ориентированы, главным образом, на точечную роботизацию, текущий вектор научного поиска смещается в сторону предиктивной аналитики. Значимость современных изысканий обусловлена острой потребностью академического сообщества и топ-менеджмента в объективных метриках рентабельности инвестиций в реалиях дефицита ликвидности.

Материалы и методы

Анализ современной цифровизации индустриального сектора требует разносторонней источниковой базы. Авторы в своих публикациях задействуют вариативный методологический инструментарий. В частности, С.И. Кравченко [7], З.М. Гуруева, К.Д. Дахдуева [2] опираются на институциональный и стратегический подходы для концептуализации глобальной архитектуры «Индустрии 4.0». Это органично дополняется макростатистическим анализом динамики затрат в трудах Г.И. Абдрахмановой, Т.С. Зининой, Г.Г. Ковалевой [1] и нормативными векторами правительственных инициатив [10]. Прикладной фокус обеспечивается за счет инструментального и технологического ракурсов анализа в работах М.К. Измайлова [3], Ю.А. Кораблёва [5], О.В. Лосевой, Н.М. Абдикеева [9], где детально характеризуются механизмы внедрения цифровых двойников и предиктивных систем. Е.О. Кравец [6] и отраслевые эксперты [4, 8, 11, 12] делают особый акцент на экспертно-управленческий подход для аудита реальной эффективности таких интеграций. При этом в текущем научном дискурсе сохраняются серьезные проблемы: исследователи обходят вниманием вопросы киберуязвимости промышленного интернета вещей (IIoT), практически не касаются барьеров цифровизации для малого бизнеса. Поверхностно освещаются социально-экономические последствия масштабного сокращения линейного персонала.

Научная новизна данного исследования заключается в формировании адаптивного фреймворка модернизации промышленных предприятий, в котором учитывается актуальная отраслевая специфика ускоренного импортозамещения в экономике РФ 2026 г. В отличие от концептуально-стратегических моделей С.И. Кравченко [7], а также инструментальных подходов О.В. Лосевой и Н.М. Абдикеева [9], ориентированных, в основном, на глобальную архитектуру «Индустрии 4.0» и экономические эффекты от точечного развертывания интеллектуальных активов, в авторском фреймворке фокус смещается на решение глубинных структурных барьеров. Ключевым отличием служит интеграция нетипичных для классической цифровизации механизмов: децентрализации управления данными (Data Mesh) на уровне отдельных цехов и метода гибридного онбординга инженеров через AR-гарнитуры. Это помогает не только внедрять софт, но и напрямую купировать острый кадровый дефицит непосредственно на рабочих местах, что выпадает из фокуса внимания большинства современных исследователей.

При написании статьи применялись методы системного синтеза и контент-оценки источников; обработка статистической информации; обобщение. Их выбор оправдан потребностью интегрировать разрозненные технологические, экономические, управленческие параметры в единую логическую картину.

Результаты и обсуждение

Развитие материального сектора на текущем временном отрезке характеризуется планомерным отказом от разрозненных инициатив в пользу формирования сложных аппаратно-программных комплексов. Стало ясно, что насыщение цехов вычислительной техникой является необходимым, но недостаточным условием рыночного выживания. По существу, отечественные заводы миновали стадию первичного накопления инфраструктуры и перешли к фазе извлечения финансовой выгоды из агрегированных массивов информации. Если раньше делался упор на локальную автоматизацию отдельных конвейерных линий, то современная парадигма требует непрерывного обмена телеметрией между всеми узлами логистической цепи.

По расчетам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ с опорой на данные Росстата, объем валовых внутренних затрат на развитие цифровой экономики в России в 2024 г. достиг 6,7 трлн руб.; в 2025 г. оценочный показатель – более 7,1 трлн руб. [1] (рис. 1).

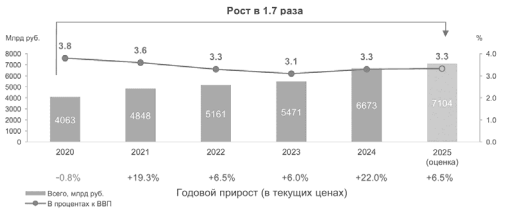


Рис. 1. Валовые внутренние затраты организаций и населения на развитие цифровой экономики в РФ [1]

В аналитических сводках профильных консалтинговых структур фиксируется позитивная динамика в сфере применения передовых алгоритмов. В частности, экспертные оценки отражают существенное увеличение доли субъектов хозяйствования, использующих нейронные сети и технологии работы с большими данными [12]. Предположительно, подобный качественный сдвиг вызван как потребностью в импортозамещении, так и целенаправленными мерами государственной поддержки.

Одновременно с этим, наблюдается изменение отношения менеджмента к облачным вычислениям. Если ранее перенос корпоративных баз на внешние серверы инициировал опасения в контексте информационной защищенности, то сейчас это рассматривается как базовая стратегия. Облачные сервисы предоставляют среднему бизнесу доступ к мощностям, которые прежде были прерогативой лишь крупных транснациональных корпораций. Происходит демократизация высокотехнологичного инструментария, уравнивающая шансы различных акторов на конкурентном поле [11].

В таблице 1 систематизирована информация о ключевых трендах в рассматриваемой области, наряду с характеристикой барьеров.

Таблица 1

Ожидаемая динамика и препятствия при интеграции цифровых новшеств (составлено на основе [2, 3, 7, 9])

Категория технологии	Текущий статус адаптации	Прикладное назначение в промышленности	Главный сдерживающий фактор
Искусственный интеллект	Масштабное развертывание	Распознавание дефектов, предиктивный сервис	Недостаток размеченных наборов данных
Виртуальные двойники	Переход от пилотов к сериям	Моделирование нагрузок, оценка ресурса	Отсутствие унифицированных регламентов
Сенсорные сети (IoT)	Повсеместное распространение	Непрерывный сбор метрик с агрегатов	Значительные затраты на аппаратную модернизацию
Облачные вычисления	Фундаментальная стратегия	Распределенное хранение, снижение капитальных трат	Проблемы переноса устаревшего кода
Аддитивное производство	Активный органический рост	Быстрое создание запчастей, реверс-инжиниринг	Ограниченная номенклатура доступных композитов

В 2026 году отчетливо проявляется тенденция к прагматичной монетизации нейросетевых моделей. Если в недавнем прошлом языковые алгоритмы задействовались, в основном, в административных процессах, то сегодня они выступают в роли помощников инженеров-проектировщиков. В увязке с этим отметим, что профильные аналитики констатируют рост интереса к сетям, которые способны оптимизировать чертежи и создавать альтернативные варианты компоновки узлов. Впрочем, невзирая на выраженный энтузиазм, степень практического проникновения рассматриваемых систем пока остается умеренной. Очевидно, что рынку требуется время на созревание [8].

Значительно более сформированным сегментом предстает предиктивная аналитика, базирующаяся на датчиках промышленного интернета вещей. В сопоставлении с более ранними подходами, когда обслуживание проводилось строго по временному регламенту, современный формат сопряжен с ремонтом по фактическому состоянию. Массивы собираемой телеметрии оперативно обрабатываются программными комплексами, которые обнаруживают неочевидные отклонения, указывающие на латентные дефекты. Разумно предположить, что подобный мониторинг существенно повышает надежность линий и смягчает риски аварийных происшествий.

Отдельного упоминания заслуживает реверс-инжиниринг. Он получил мощный стимул к расширению на фоне нарушений традиционных каналов поставок. Оптические сканеры высокого разрешения дают возможность создавать точные трехмерные копии изношенных компонентов, которые затем воспроизводятся с помощью 3D-принтеров. Видимо, описываемая практика вскоре станет рутинной операцией для большинства ремонтных цехов. Создание виртуальных каталогов запасных частей помогает свести к минимуму складские резервы и оперативно реагировать на поломки уникального оборудования.

В качестве наглядного мини-кейса предлагается рассмотреть опыт ПАО «Северсталь», столкнувшегося с проблемой высоких операционных издержек, избыточного расхода сырья из-за производственного брака, частых внеплановых простоев. Для решения этой комплексной задачи компания внедрила системы машинного зрения на участках холодной прокатки стали, а также создала полноценные цифровые двойники производственных линий. Подобные ИТ-преобразования обеспечили отличные результаты, наглядно продемонстрировав гармоничный баланс между ростом корпоративной прибыли, улучшением условий труда для людей, снижением нагрузки на ресурсы планеты за счет минимизации отходов. Так, уровень брака сократился на 62%, общие производственные издержки уменьшились на 43%, время простоя оборудования удалось снизить на 35%. В абсолютном выражении прямой экономический эффект от внедрения только за первый год составил 1,2 млрд рублей [4].

Любая инициатива по техническому перевооружению требует тщательного финансового обоснования. Оценка рентабельности алгоритмических комплексов осложняется тем фактом, что часть выгод носит косвенный либо отложенный характер. Тем не менее, совокупный эффект от оптимизации логистики, снижения расхода энергоресурсов, улучшения качества готовой продукции формирует заметный вклад в макроэкономические показатели.

Как представляется, основным источником монетизации служит серьезное сокращение непроизводительных потерь. Интеграция систем прогнозирования поломок позволяет снизить продолжительность внеплановых остановок на величину до 50%, одновременно увеличивая срок полезной службы машин [5].

Одновременно с этим, повышение прозрачности управленческого контура за счет задействования передовых платформ управления ресурсами снижает административные издержки, ускоряет цикл оборачиваемости капитала. «Умные» фабрики окупаются быстрее (таблица 2).

Таблица 2

Финансово-экономические эффекты от применения передового цифрового инструментария (составлено на основе [5, 6, 9])

Программный инструмент	Изменяемая операционная метрика	Усредненный результат	Период окупаемости
Модули предиктивного ремонта	Уменьшение времени внеплановых пауз	Сокращение потерь на 30-50%	От 12 до 18 месяцев
Логистическая аналитика (Big Data)	Построение оптимальных маршрутов	Снижение транспортных трат на 20%	Около 15 месяцев
Локализованные ERP-системы	Сокращение бумажного документооборота	Падение накладных расходов на 15%	От 24 до 36 месяцев
Аддитивные центры (3D-печать)	Скорость получения нужной детали	Удешевление прототипирования на 25%	Менее 1 года

Между тем, путь к достижению указанных показателей преграждается рядом существенных ограничений. Так, первостепенной проблемой остается дефицит высококвалифицированных инженеров-программистов, которые способны глубоко понимать специфику тяжелого машиностроения. Помимо этого, серьезные опасения вызывает уязвимость интеллектуальных сетей перед внешними вторжениями. Необходимость защиты конфиденциальной информации вынуждает корпорации увели-

чивать бюджеты на кибербезопасность. А это снижает общую маржинальность трансформационных программ. По-видимому, нахождение равновесия между открытостью экосистем и защитой коммерческой тайны станет главной управленческой задачей ближайших лет.

В контексте проводимого анализа возникает объективная потребность в формировании четкого алгоритма действий для руководящего звена. В целях ускорения модернизационного цикла и нивелирования сопутствующих рисков предлагаются следующие рекомендации.

Так, целесообразно инициировать переход к децентрализованной архитектуре управления данными (Data Mesh) на уровне отдельных производственных площадок. Назначение предлагаемого шага – устранение «узких мест» в работе централизованных ИТ-отделов. Новизна заключается в том, что каждый цех становится полноправным владельцем своих информационных активов, самостоятельно предоставляя их смежным подразделениям в виде готовых цифровых продуктов. При этом решается проблема низкой скорости реакции на локальные сбои; повышается вовлеченность линейного персонала в процесс улучшения качества. Данные должны работать. Простой сбор метрик не приносит прибыли.

Рекомендуется внедрение гибридных образовательных форматов с использованием гарнитур дополненной реальности (AR) прямо на рабочих местах. Смысл инициативы состоит в быстром купировании кадрового дефицита. Инновационность проявляется в отказе от традиционного отрыва сотрудников для прохождения теоретических курсов: визуальные подсказки проецируются непосредственно на механизмы станка. Описываемое решение весьма значимо для безопасной эксплуатации нового, сложного оборудования малоквалифицированными специалистами.

В дополнение к обозначенному выше, обоснованным видится создание межотраслевых альянсов для совместного инвестирования в разработку отраслевых стандартов взаимодействия машин. Цель рекомендации – снижение финансовой нагрузки на одиночные компании. Проблема, которую помогает решить данный консорциум, кроется в несовместимости протоколов связи от разных вендоров. Формирование единых открытых спецификаций поможет существенно удешевить процесс развертывания сенсорных сетей и упростит интеграцию компонентов «умных» фабрик.

Заключение

Технологический транзит в современных реалиях выступает в качестве безальтернативного вектора инновационного роста. Российский индустриальный комплекс успешно миновал стадию фрагментарных пилотных тестирований и вплотную приблизился к системной перестройке производственных парадигм. Вследствие этого подытожим, что базисом рыночного лидерства теперь является не эксклюзивный доступ к дешевому сырью, а способность корпораций оперативно аккумулировать, структурировать, монетизировать промышленные данные. На основании отмеченного подчеркнем: интеграция сквозных новаций формирует кумулятивный эффект, который выражается в ощутимом снижении эксплуатационных издержек, минимизации бракованных изделий, заметном повышении общей производительности труда.

Между тем, процесс масштабной цифровизации сопряжен с множеством нетривиальных структурных вызовов. Наиболее критичными ограничителями предстают дефицит междисциплинарных кадров, отставание нормативно-технической базы, высокие риски кибернетических угроз. Одновременно с этим, форсированное замещение иностранного софта, продиктованное стремлением к независимости критической инфраструктуры, требует от бизнеса существенных финансовых вливаний вкупе со сложным реинжинирингом унаследованных архитектур. В сопоставлении с более ранними этапами автоматизации, наступившая эпоха диктует потребность в принципиально иных управленческих компетенциях и готовности к изменению корпоративной культуры. Следует отметить, что успешность преодоления описанных препятствий во многом опирается на инструменты господдержки и продуктивность взаимодействия в рамках государственно-частного партнерства. Субсидирование разработок в нише профильного программного обеспечения закладывает прочный «фундамент» для долгосрочной стабильности национального хозяйства.

В дальнейших исследованиях целесообразно сфокусироваться на отраслевой специфике применения нейросетевых моделей и количественной оценке их влияния на энергоэффективность тяжелой индустрии. По-видимому, именно синергия ресурсосбережения и интеллектуальных алгоритмов определит облик мировой экономики в перспективе ближайшего десятилетия.

Литература

1. Абдрахманова Г.И., Зинина Т.С., Ковалева Г.Г. Динамика затрат на развитие цифровой экономики // URL: https://issek.hse.ru/news/1132489247.html (дата обращения: 25.05.2026).
2. Гуруева З.М., Дахдуева К.Д. Промышленность 4.0 как основа новой глобальной архитектуры: от глобализации к цифровым альянсам // Журнал прикладных исследований. – 2025. – № S1. – С. 35-40.
3. Измайлов М.К. Цифровые двойники как инструмент повышения эффективности эксплуатации основных средств в промышленности // Beneficium. – 2025. – № 1 (54). – С. 102-111.
4. Контроль качества продукции с помощью цифровых решений // URL: https://synaptik.ru/blog/kak-it-resheniya-uluchshayut-kachestvo-produkczii/czifrovaya-transformacziya-kontrolya-kachestva-ot-ruchnogo-truda-k-iskusstvennomu-intellektu (дата обращения: 01.06.2026).
5. Кораблёв Ю.А. Прогнозирование неисправностей в технических системах на основе модели сходства оставшегося полезного срока службы // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2024. – № 6 (242). – С. 142-155.
6. Кравец Е.О. Оценка эффективности управления промышленностью в цифровой среде // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 7. – С. 268-272.
7. Кравченко С.И. Цифровая трансформация промышленности: стабильные драйверы и контекстуальные факторы роста // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2025. – Т. 16. – № 4. – С. 350-360.
8. Лиджи-Гаряева Д. Аналитики: развитие генеративного ИИ и цифровых двойников в РФ находится на начальной стадии // URL: https://vademec.ru/news/2025/11/11/analitiki-razvitie-generativnogo-ii-i-tsifrovykh-dvoynikov-v-rf-nakhoditsya-na-nachalnoy-stadii/ (дата обращения: 25.05.2026).
9. Лосева О.В., Абдикеев Н.М. Виды, эффекты и условия применения цифровых интеллектуальных активов в промышленности // Управленческие науки. – 2025. – Т. 15. – № 3. – С. 36-48.
10. Правительство актуализировало стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности // URL: http://government.ru/docs/57959/ (дата обращения: 25.05.2026).
11. Технологические тренды ИТ-отрасли на 2026 год: взгляд ведущих экспертов // URL: https://globalcio.ru/discussion/56630/ (дата обращения: 25.05.2026).
12. «Цифра» и Strategy Partners исследовали темпы цифровизации промышленности // URL: https://companies.rbc.ru/news/sbzEWF7pKf/tsifra-i-strategy-partners-issledovali-tempyi-tsifrovizatsii-promyishlennosti/ (дата обращения: 25.05.2026).

Digitalization as a driver of innovative industrial development: trends and prospects

Chudayev A.V.

Far Eastern State Transport University

In the reality of 2026, a pronounced problem has emerged of a mismatch between high industrial enterprises' investments in IT solutions and the actual growth of their operating profitability: the declared potential of end-to-end technologies often breaks against conservative factory routine. To objectively assess this situation and find solutions, the study employs methods of system synthesis, content evaluation of sources, generalization, and statistical data processing. The main result of the work is the formation of an adaptive modernization framework, which proposes atypical mechanisms for mitigating systemic problems: the concept of decentralized data ownership (Data Mesh) at the individual workshop level; a hybrid onboarding method for engineers using augmented reality headsets. The practical significance of the study is manifested in the fact that the proposed tools can directly mitigate the acute personnel shortage on the shop floor, forming an applied basis for management and development directors of metallurgical and machine-building holdings. The material will be useful for the management of metallurgical and machine-building holdings and development directors.

Keywords: additive manufacturing, hybrid onboarding, decentralization of management, artificial intelligence, cybersecurity, predictive service, technological sovereignty, digitalization, economy of innovation.

References

1. Abdrakhmanova, G.I., Zinina, T.S., Kovaleva, G.G. Dynamics of costs for the development of the digital economy // URL: https://issek.hse.ru/news/1132489247.html (accessed: 25.05.2026).
2. Gurueva, Z.M., Dakhdueva, K.D. Industry 4.0 as the basis of a new global architecture: from globalization to digital alliances // Journal of Applied Research. – 2025. – No. S1. – Pp. 35-40.
3. Izmailov, M.K. Digital twins as a tool for improving the efficiency of fixed asset operation in industry // Beneficium. – 2025. – No. 1 (54). – Pp. 102-111.
4. Quality control of products using digital solutions // URL: https://synaptik.ru/blog/kak-it-resheniya-uluchshayut-kachestvo-produkczii/czifrovaya-transformacziya-kontrolya-kachestva-ot-ruchnogo-truda-k-iskusstvennomu-intellektu (accessed: 01.06.2026).
5. Korablev, Yu.A. Fault prediction in technical systems based on a similarity model of remaining useful life // Proceedings of SFU. Technical Sciences. – 2024. – No. 6 (242). – Pp. 142-155.
6. Kravets, E.O. Efficiency assessment of industrial management in the digital environment // Financial Management. – 2025. – No. 7. – Pp. 268-272.
7. Kravchenko, S.I. Digital transformation of industry: stable drivers and contextual growth factors // Strategic Decisions and Risk Management. – 2025. – Vol. 16. – No. 4. – Pp. 350-360.
8. Lidzhi-Garyaeva, D. Analysts: the development of generative AI and digital twins in the Russian Federation is at an early stage // URL: https://vademec.ru/news/2025/11/11/analitiki-razvitie-generativnogo-ii-i-tsifrovykh-dvoynikov-v-rf-nakhoditsya-na-nachalnoy-stadii/ (accessed: 25.05.2026).

Ограничения автоматизации процессов принятия решений в проектном финансировании жилищного строительства: критический анализ и пути преодоления

Фрадин Никита Ильич
аспирант, Воронежский филиал, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, nfradin@mail.ru

В статье рассматриваются проблемы и ограничения, возникающие при внедрении автоматизированных систем поддержки принятия решений (ППР) в практику проектного финансирования (ПФ) жилищного строительства (ЖС) российскими коммерческими банками. Актуальность темы обусловлена обострением системных проблем в сегменте ПФ ЖС, выражающихся в росте просроченной задолженности (NPL90+ до 8–12%), снижении маржинальности сделок и усилении регуляторной нагрузки (ФЗ-214, Положение Банка России № 483-П). Показано, что, несмотря на значительный прогресс в области машинного обучения, обработки естественного языка и объяснимого искусственного интеллекта, прямое заимствование существующих решений затруднено в силу специфики российского рынка. На основе критического анализа отечественных и зарубежных исследований (2020–2024 гг.) и собственного эмпирического опыта авторов систематизированы ограничения автоматизации, сгруппированные в четыре категории: структурно-информационные, методолого-алгоритмические, регуляторно-комплаенсные и организационно-кадровые. Среди ключевых барьеров выделены низкое качество и неоднородность исходных данных, сложность формализации качественных факторов риска, требования регулятора к объяснимости и персональной ответственности, а также дефицит квалифицированных кадров. Обоснована нецелесообразность полной замены экспертного суждения алгоритмическими системами. Предложены пути преодоления выявленных ограничений на основе гибридного человеко-машинного подхода, включающего автоматизацию рутинных операций, стандартизацию данных, применение методов объяснимого искусственного интеллекта (XAI) и поэтапное внедрение с учётом организационных изменений. Сделан вывод о необходимости развития адаптированных к российским реалиям моделей, обеспечивающих баланс между скоростью, объективностью и регуляторной приемлемостью решений. Статья адресована специалистам банковского сектора, риск-менеджерам и исследователям в области проектного финансирования.

Ключевые слова: проектное финансирование, жилищное строительство, автоматизация, процесс принятия решений, искусственный интеллект, оценка рисков, банковский сектор, объяснимый ИИ.

Проектное финансирование жилищного строительства (ПФ ЖС) является важнейшим механизмом реализации национальных целей по обеспечению населения доступным жильём. В условиях перехода на эскроу-счета, закреплённого Федеральным законом № 214-ФЗ, и ужесточения требований к формированию резервов (Положение Банка России № 483-П) кредитные организации сталкиваются с необходимостью пересмотра традиционных подходов к анализу и сопровождению сделок. Как показывают эмпирические исследования [1, с. 44–58; 2, с. 30–42], в 2022–2024 гг. произошло существенное ухудшение качества кредитных портфелей: уровень просроченной задолженности (NPL90+) достиг 8–12%, а доля реструктурированных кредитов выросла в 3–4 раза, при этом эффективность реструктуризаций остаётся низкой (более 40% повторных дефолтов) [3, с. 70–82]. В этих условиях повышение эффективности процессов принятия решений (ППР) становится критически значимым фактором устойчивости банковского бизнеса.

Одним из перспективных направлений совершенствования ППР является внедрение автоматизированных систем, основанных на методах машинного обучения (ML), обработки естественного языка (NLP) и анализа больших данных. Зарубежные и отечественные исследователи активно изучают возможности применения таких инструментов для оценки кредитных рисков, мониторинга строительных проектов и раннего предупреждения дефолтов [4; 5; 6]. Однако практическая реализация подобных систем в российских банках сталкивается с рядом фундаментальных ограничений, которые недостаточно освещены в научной литературе. Это определяет цель настоящей статьи — провести критический анализ барьеров автоматизации ППР в сегменте ПФ ЖС и предложить пути их преодоления с учётом специфики российского рынка.

Для достижения поставленной цели были использованы материалы и методы, включающие критический обзор научных публикаций за 2020–2024 гг., индексируемых в базах Scopus и ВАК, а также результаты глубинных интервью с риск-менеджерами и руководителями кредитных подразделений восьми банков из топ-20 по объёму кредитования строительной отрасли (данные собраны в 2024 г., анонимизированы). В ходе интервью выявлялись практические проблемы, возникающие при попытках автоматизации отдельных этапов ППР, а также экспертные оценки перспектив внедрения ML- и NLP-инструментов. Дополнительно использованы данные отраслевых обзоров и аналитических отчётов рейтинговых агентств.

В первую очередь был проведён критический анализ существующих подходов к автоматизации ППР. Современные исследования демонстрируют значительный потенциал автоматизации в управлении кредитными рисками. Так, в работе [4] на основе машинного обучения (случайный лес, метод опорных векторов) построена система раннего предупреждения финансовых трудностей застройщиков, показавшая точность прогноза 92% на горизонте 6–12 месяцев. Однако авторы признают, что модель фокусируется на финансовом состоянии застройщика в целом, а не на рисках конкретного проекта, и не учитывает проблемы достоверности отчётности [4]. В [5] предложен NLP-конвейер для анализа технико-экономических обоснований, способный выявлять излишний оптимизм в прогнозах продаж и затрат. Тем не менее данная система разработана для англоязычной документации и не адаптирована к российским стандартам (ФЗ-214, формат ТЭО, специфическая терминология). В [6] представлена гибридная система поддержки решений на основе сочетания методов многокритериального принятия решений (AHP) и машинного обучения, однако она ориентирована на возобновляемую энергетику и требует пересмотра критериев для жилищного строительства. Использование больших данных для оценки рисков жилищных проектов рассматривается в [7], где показано, что привлекательность альтернативных источников (социальные сети, геоданные) ограничивается их низкой верифицируемостью и правовыми рисками. Наконец, работы по объяснимому ИИ (XAI) [8; 9] подтверждают необходимость обеспечения прозрачности моделей, но не дают готовых решений для сложных каскадных рисков ПФ ЖС.

Таким образом, существующие подходы носят фрагментарный характер, не покрывают все этапы жизненного цикла кредитной сделки и требуют глубокой адаптации к российским институциональным условиям. Это определяет необходимость детального анализа ограничений, препятствующих внедрению автоматизации в практику банков.

На основе анализа литературы и материалов экспертных интервью выделены четыре группы ограничений автоматизации ППР в ПФ ЖС.

Первая группа — структурно-информационные ограничения. Ключевым барьером является низкое качество и неоднородность входных данных, необходимых для оценки застройщика и проекта. Финансовая отчётность средних и малых застройщиков зачастую не отражает реального положения дел, содержит признаки манипуляций или отсутствует в требуемой детализации [10, с. 98–107]. Данные о земельных участках (обременения, история, экологические ограничения) рассредоточены по нескольким государственным реестрам (Росреестр, ЕГРН, региональные ГИС), доступ к которым ограничен и не всегда синхронизирован [11, с. 78–92]. Проектная и разрешительная документация (ТЭО, проектно-сметная документация) отличается высокой вариативностью форматов и глубины проработки, что затрудняет автоматизированное извлечение информации. Кроме того, накопленной статистики по завершённым сделкам ПФ ЖС с учётом постэскроу-периода недостаточно для обучения точных предиктивных моделей, а данные, предшествующие изменениям законодательства (до 2019 г.), становятся нерелевантными [12, с. 120–135]. Существенной проблемой является и сложность интеграции автоматизированных платформ с legacy-системами банков и внешними источниками данных [13, p. 45–53].

Вторая группа — методолого-алгоритмические ограничения. Значительная часть информации, используемой при принятии решений, имеет качественный характер и плохо поддаётся формализации. К таким факторам относятся деловая репутация бенефициаров, компетентность управленческой команды, реалистичность допущений финансовой модели, латентные юридические риски земельного участка [14, с. 174–185; 15, p. 101876]. Попытки алгоритмизировать оценку этих параметров часто приводят к упрощённым моделям, которые могут быть обойдены недобросовестными заёмщиками. Кроме того, проекты ЖС характеризуются сложной сетью взаимосвязанных рисков: срыв получения разрешения провоцирует каскадное удорожание, срыв предпродаж, снижение ликвидности и, как следствие, дефолт [16, p. 04022054]. Существующие статистические модели, обученные на исторических данных, плохо предсказывают такие нелинейные эффекты в условиях быстро меняющейся конъюнктуры. Универсальные скоринговые модели, хорошо работающие для стандартизированных продуктов, демонстрируют неадекватную точность при оценке уникальных проектов (комплексное освоение территорий, реновация) и малых застройщиков [17, с. 55–68].

Третья группа — регуляторно-комплаенсные ограничения. Банк России предъявляет строгие требования к обоснованности кредитных решений и персональной ответственности руководителей. Использование моделей типа «чёрный ящик» (глубокие нейронные сети) создаёт риски несоответствия принципу объяснимости [9, с. 45–59]. Регулятор ожидает, что решения, особенно об отказе в финансировании, будут прозрачны и понятны. Положение № 483-П требует регулярной переоценки кредитного риска с учётом конкретных параметров проекта, что предполагает глубокий анализ, а не просто выдачу скорингового балла. Кроме того, полная алгоритмизация процессов может нарушать принципы справедливого кредитования, если модель допускает дискриминацию по региональному или иному признаку [18]. Наконец, процесс структурирования сделки (определение траншей, ковенантов, пакета обеспечения) остаётся предметом переговоров, и его алгоритмическая формализация возможна лишь частично [19, p. 114–123].

Четвёртая группа — организационно-кадровые ограничения. Внедрение автоматизированных систем требует значительных инвестиций в разработку, интеграцию, обучение персонала и поддержку. Стоимость владения такими системами может превышать ожидаемую экономию от сокращения ручного труда, особенно для банков за пределами топ-20 [20, p. 25–45]. Кроме того, сотрудники кредитных подразделений нередко сопротивляются изменениям, опасаясь за свои рабочие места и не доверяя алгоритмам [21, p. 114–123]. Отсутствие специалистов, одновременно владеющих знаниями в области data science и кредитного риск-менеджмента в строительстве, усугубляет проблему [22, p. 35–37]. Наконец, недостаточная стандартизация внутренних процессов банков препятствует тиражированию успешных решений.

Проведённый анализ показывает, что полная автоматизация ППР в ПФ ЖС нецелесообразна в обозримой перспективе, а наиболее реалистичным является гибридный подход, предполагающий рациональное распределение функций между автоматизированными модулями и экспертами. Для преодоления выявленных ограничений предлагаются следующие меры.

Во-первых, автоматизация рутинных операций. Автоматизированные системы могут взять на себя сбор и первичную верификацию данных из внешних источников (ЕГРН, ФНС, кредитные бюро), проверку формальных соответствий заёмщика требованиям ФЗ-214 (размер собственных средств, отсутствие связей с проблемными застройщиками), расчёт стандартных финансовых коэффициентов (DSCR, LTV, текущая ликвидность), а также мониторинг исполнения простых ковенантов. Это позволит сократить время анализа заявки на 30–40% без ущерба для качества.

Во-вторых, стандартизация данных и создание отраслевых репозиториев. Для повышения качества моделей необходимо формирование единых цифровых стандартов представления информации по проектам ЖС и застройщикам. Инициативы по созданию отраслевых баз данных (на базе ЕФРС, ГИС ЖКХ, ассоциаций застройщиков) могут обеспечить накопление размеченных исторических данных, пригодных для обучения ML-моделей. Важным шагом является разработка открытых API для доступа к государственным реестрам.

В-третьих, применение методов объяснимого ИИ (XAI). Для преодоления барьера «чёрного ящика» целесообразно использовать методы локальной интерпретации (SHAP, LIME), которые позволяют объяснить вклад каждого фактора в итоговую оценку риска [8, с. 94–108]. В контексте ПФ ЖС необходимо адаптировать визуализацию объяснений для кредитных комитетов: например, ранжировать факторы по степени влияния, отображать изменение оценки при изменении отдельных параметров. Это повышает доверие экспертов и облегчает обоснование решений перед регулятором.

В-четвёртых, развитие регуляторных «песочниц». Целесообразно инициировать пилотные проекты под контролем Банка России, в рамках которых банки могли бы тестировать автоматизированные системы оценки рисков с ограниченным объёмом портфеля. Это позволит накопить эмпирические данные о точности и стабильности моделей, выработать стандарты валидации и требования к объяснимости, а также снизить неопределённость для участников рынка.

В-пятых, поэтапное внедрение и обучение персонала. Успешная трансформация ППР требует не только технологических решений, но и изменения культуры работы. Внедрение должно быть поэтапным: сначала автоматизация вспомогательных задач, затем — внедрение рекомендательных систем для аналитиков, и лишь после этого — элементы автоматического одобрения типовых сделок. Обязательным условием является переобучение персонала и формирование междисциплинарных команд, включающих кредитных аналитиков, риск-менеджеров и специалистов по данным.

Проведённый критический анализ позволил систематизировать ограничения автоматизации процессов принятия решений в проектном финансировании жилищного строительства и предложить пути их преодоления. Установлено, что основные барьеры лежат не столько в технологической плоскости, сколько в области качества данных, методологии оценки комплексных рисков, регуляторных требований и организационной готовности банков. Полная замена экспертного суждения алгоритмическими системами нецелесообразна. Вместо этого следует развивать гибридные человеко-машинные модели, в которых автоматизация охватывает рутинные операции, а ключевые решения остаются за квалифицированными специалистами. Практическая реализация предложенных мер позволит повысить скорость и объективность ППР, снизить операционные издержки и уровень проблемных активов, что особенно важно в условиях ужесточения регулирования и высокой волатильности рынка жилищного строительства.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой и апробацией конкретных алгоритмов автоматизированной оценки рисков, адаптированных к российским данным, а также с формированием отраслевых стандартов обмена информацией.

Литература

1. Волков А. А. Ограничения применения скоринговых моделей для оценки заемщиков в сегменте коммерческой недвижимости и строительства // Деньги и кредит. – 2020. – № 8. – С. 55–68.

2. Волков А. А. Реструктуризация кредитов в строительной отрасли: методы и эффективность // Аудит и финансовый анализ. – 2024. – № 1. – С. 70–82.

3. Григорьева С. М. Проблемы информационной прозрачности российских застройщиков // Финансовый бизнес. – 2022. – № 1. – С. 98–107.

4. Захарова И. В. Объяснимость решений искусственного интеллекта в контексте банковского комплаенса // Право и цифровая экономика. – 2023. – № 1. – С. 45–59.

5. Иванов К. А. Цифровизация данных о земельных ресурсах как фактор снижения рисков в строительном проектировании // Имущественные отношения в РФ. – 2023. – № 5. – С. 78–92.

6. Иванов К. А., Петров С. В. Применение методов больших данных и предиктивной аналитики для оценки рисков финансирования жилищных проектов // Банковское дело. – 2021. – № 8. – С. 45–52.

7. Кузнецов А. В., Петренко Е. С. Современные подходы к оценке рисков в девелопменте: ограничения и перспективы // Финансы и кредит. – 2022. – Т. 28, № 3(819). – С. 44–58.

8. Никитин А. Б. Разработка предиктивных моделей кредитного риска для проектного финансирования: ограничения данных // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2023. – № 2. – С. 120–135.

9. Орлова Л. Н. Роль экспертного суждения в оценке нефинансовых рисков инвестиционно-строительных проектов // Менеджмент сегодня. – 2021. – № 3. – С. 174–185.

10. Смирнов В. Л. Риски финансирования строительных проектов в условиях действия ФЗ-214: классификация и управление // Экономика строительства. – 2021. – № 4(58). – С. 30–42.

11. Смирнова Е. А. Управление изменениями при внедрении AI в кредитных процессах банка // Управление в кредитной организации. – 2022. – № 6. – С. 67–79.

12. Соколова Т. В. Цифровые платформы для мониторинга строительных проектов при банковском финансировании: возможности и риски // Финансы: теория и практика. – 2022. – Т. 26, № 5. – С. 94–108. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-5-94-108.

13. Chen Y., Wang Q. Total Cost of Ownership for AI-Powered Decision Support Systems in Banking: A Framework // Journal of Information Technology Case and Application Research. – 2023. – Vol. 25, № 1. – P. 25–45. DOI: 10.1080/15228053.2022.2160867.

14. Garcia J., Martinez M., Rodriguez R. J. A decision support system for project finance in renewable energy based on hybrid multi-criteria decision making and machine learning // Computers & Industrial Engineering. – 2020. – Vol. 150. – Art. 106879. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106879.

15. Kim S., Lee J., Park Y. Natural language processing for automated analysis of project feasibility studies in construction project financing // Automation in Construction. – 2021. – Vol. 130. – Art. 103857. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103857.

16. Lee S., Kim J. Legacy System Integration Hurdles in Financial Institutions: Focus on Project Finance // International Journal of Information Management. – 2022. – Vol. 63. – Art. 102446. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2021.102446.

17. Mehrabi N., Morstatter F., Saxena N., Lerman K., Galstyan A. A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning // ACM Computing Surveys. – 2021. – Vol. 54, № 6. – Art. 115. DOI: 10.1145/3457607.

18. Petrova O., Sidorov D. Machine Learning Models for Early Warning of Financial Distress in Real Estate Developers: A Russian Case Study // Journal of Risk and Financial Management. – 2023. – Vol. 16, № 5. – Art. 265. DOI: 10.3390/jrfm16050265.

19. Wang T., Liu H. Beyond the Registry: Assessing Latent Legal Risks in Land for Development Projects Using AI // Advanced Engineering Informatics. – 2023. – Vol. 55. – Art. 101876. DOI: 10.1016/j.aei.2022.101876.

20. Wilson H. J., Daugherty P. R. Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces // Harvard Business Review. – 2021. – Vol. 99, № 4. – P. 114–123.

21. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023. – Geneva, 2023. – P. 35–37.

22. Ye S., Liu Y. Nonlinear Risk Propagation in Construction Project Networks: Implications for Automated Risk Monitoring // Journal of Management in Engineering. – 2023. – Vol. 39, № 1. – Art. 04022054. DOI: 10.1061/JMENEA.MEENG-5009.

Limitations of automation of decision-making processes in project financing of housing construction: critical analysis and ways to overcome

Fradin N.Il.
Voronezh Branch of the Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article examines the problems and limitations arising from the implementation of automated decision support systems (DSS) in the practice of project financing (PF) of housing construction (HC) by Russian commercial banks. The relevance of the topic is determined by the aggravation of systemic problems in the PF HC segment, manifested in the growth of overdue debt (NPL90+ up to 8–12%), declining transaction margins, and increased regulatory burden (Federal Law No. 214-FZ, Bank of Russia Regulation No. 483-P). It is shown that, despite significant progress in machine learning, natural language processing, and explainable artificial intelligence, direct borrowing of existing solutions is difficult due to the specifics of the Russian market. Based on a critical analysis of domestic and foreign studies (2020–2024) and the authors' own empirical experience, automation limitations are systematized into four categories: structural-informational, methodological-algorithmic, regulatory-compliance, and organizational-personnel. Among the key barriers are the low quality and heterogeneity of input data, the complexity of formalizing qualitative risk factors, regulatory requirements for explainability and personal responsibility, and a shortage of qualified personnel. The inexpediency of completely replacing expert judgment with algorithmic systems is substantiated. Ways to overcome the identified limitations are proposed on the basis of a hybrid human-machine approach, including automation of routine operations, data standardization, application of explainable artificial intelligence (XAI) methods, and phased implementation considering organizational changes. The conclusion is made about the need to develop models adapted to Russian realities that ensure a balance between speed, objectivity, and regulatory acceptability of decisions. The article is addressed to banking sector specialists, risk managers, and researchers in the field of project financing.

Keywords: project financing, housing construction, automation, decision-making process, artificial intelligence, risk assessment, banking sector, explainable AI.

References

1. Volkov A. A. Limitations of scoring models for assessing borrowers in the commercial real estate and construction segment // Dengi i kredit. – 2020. – No. 8. – P. 55–68. (in Russian)
2. Volkov A. A. Restructuring of loans in the construction industry: methods and efficiency // Audit i finansovyi analiz. – 2024. – No. 1. – P. 70–82. (in Russian)
3. Grigorieva S. M. Problems of information transparency of Russian developers // Finansovyi biznes. – 2022. – No. 1. – P. 98–107. (in Russian)
4. Zakharova I. V. Explainability of artificial intelligence decisions in the context of banking compliance // Pravo i tsifrovaya ekonomika. – 2023. – No. 1. – P. 45–59. (in Russian)
5. Ivanov K. A. Digitalization of land resources data as a factor in reducing risks in construction design // Imushchestvennye otnosheniya v RF. – 2023. – No. 5. – P. 78–92. (in Russian)
6. Ivanov K. A., Petrov S. V. Application of big data methods and predictive analytics for risk assessment of housing project financing // Bankovskoe delo. – 2021. – No. 8. – P. 45–52. (in Russian)
7. Kuznetsov A. V., Petrenko E. S. Modern approaches to risk assessment in development: limitations and prospects // Finansy i kredit. – 2022. – Vol. 28, No. 3(819). – P. 44–58. (in Russian)
8. Nikitin A. B. Development of predictive models of credit risk for project financing: data limitations // Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO. – 2023. – No. 2. – P. 120–135. (in Russian)
9. Orlova L. N. The role of expert judgment in assessing non-financial risks of investment and construction projects // Menedzhment segodnya. – 2021. – No. 3. – P. 174–185. (in Russian)
10. Smirnov V. L. Risks of financing construction projects under Federal Law No. 214-FZ: classification and management // Ekonomika stroitel'stva. – 2021. – No. 4(58). – P. 30–42. (in Russian)
11. Smirnova E. A. Change management in the implementation of AI in bank credit processes // Upravlenie v kreditnoi organizatsii. – 2022. – No. 6. – P. 67–79. (in Russian)
12. Sokolova T. V. Digital platforms for monitoring construction projects in bank financing: opportunities and risks // Finansy: teoriya i praktika. – 2022. – Vol. 26, No. 5. – P. 94–108. DOI: 10.26794/2587-5671-2022-26-5-94-108.
13. Chen Y., Wang Q. Total Cost of Ownership for AI-Powered Decision Support Systems in Banking: A Framework // Journal of Information Technology Case and Application Research. – 2023. – Vol. 25, No. 1. – P. 25–45. DOI: 10.1080/15228053.2022.2160867.
14. Garcia J., Martinez M., Rodriguez R. J. A decision support system for project finance in renewable energy based on hybrid multi-criteria decision making and machine learning // Computers & Industrial Engineering. – 2020. – Vol. 150. – Art. 106879. DOI: 10.1016/j.cie.2020.106879.
15. Kim S., Lee J., Park Y. Natural language processing for automated analysis of project feasibility studies in construction project financing // Automation in Construction. – 2021. – Vol. 130. – Art. 103857. DOI: 10.1016/j.autcon.2021.103857.
16. Lee S., Kim J. Legacy System Integration Hurdles in Financial Institutions: Focus on Project Finance // International Journal of Information Management. – 2022. – Vol. 63. – Art. 102446. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2021.102446.
17. Mehrabi N., Morstatter F., Saxena N., Lerman K., Galstyan A. A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning // ACM Computing Surveys. – 2021. – Vol. 54, No. 6. – Art. 115. DOI: 10.1145/3457607.
18. Petrova O., Sidorov D. Machine Learning Models for Early Warning of Financial Distress in Real Estate Developers: A Russian Case Study // Journal of Risk and Financial Management. – 2023. – Vol. 16, No. 5. – Art. 265. DOI: 10.3390/jrfm16050265.
19. Wang T., Liu H. Beyond the Registry: Assessing Latent Legal Risks in Land for Development Projects Using AI // Advanced Engineering Informatics. – 2023. – Vol. 55. – Art. 101876. DOI: 10.1016/j.aei.2022.101876.
20. Wilson H. J., Daugherty P. R. Collaborative Intelligence: Humans and AI Are Joining Forces // Harvard Business Review. – 2021. – Vol. 99, No. 4. – P. 114–123.
21. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023. – Geneva, 2023. – P. 35–37.
22. Ye S., Liu Y. Nonlinear Risk Propagation in Construction Project Networks: Implications for Automated Risk Monitoring // Journal of Management in Engineering. – 2023. – Vol. 39, No. 1. – Art. 04022054. DOI: 10.1061/JMENEA.MEENG-5009.

Стратегия расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры на основе данных WMS и имитационного моделирования

Жихарева Мария Александровна
Независимый исследователь, mioshiakkerman@gmail.com

Цель исследования – обоснование стратегии расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры на основе согласования данных системы управления складом и имитационного моделирования. Материалы исследования охватывают научные труды по оценке инвестиций в автоматизацию склада, цифровой трансформации складской логистики, анализу данных складских операций и моделированию автоматизированных складских процессов. В статье использованы такие методы исследования, как структурный анализ, классификация, экономико-статистическое описание и теоретическое обобщение. Результат исследования – разработана стратегия расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры, включающая классификацию факторов эффективности, систему исходных параметров, группы показателей затрат, производительности и ресурсной обеспеченности, модель расчёта производительности и критерии выбора инвестиционно-обоснованного технологического решения. Выводы: а) автоматизация складской инфраструктуры может рассматриваться как инвестиционный проект, связанный с изменением стоимости складского цикла и производительности операций; б) согласование данных системы управления складом, затрат проекта и имитационного моделирования повышает доказательность расчёта ожидаемого операционного эффекта; в) предложенная стратегия позволяет обосновывать выбор автоматизированного складского решения до закупки оборудования, запуска системы управления складом или изменения складской технологии.

Ключевые слова: инвестиционная эффективность, автоматизация склада, складская инфраструктура, система управления складом, имитационное моделирование, складская логистика.

Введение

В условиях роста электронной торговли, омниканальных продаж и усложнения внутрискладских потоков автоматизация складской инфраструктуры рассматривается как долгосрочное инвестиционное решение, затрагивающее капитальные затраты, расходы эксплуатации, уровень сервиса и ресурсную ёмкость операций. На уровне ритейла крупные автоматизированные складские системы (automated warehouse systems) соотносятся со стратегическим намерением компании, профилем собственника, отношениями с поставщиком технологии, риском проекта и возможностью дальнейшего масштабирования [1]. Следует подчеркнуть, что инвестиционная эффективность в данном случае выражается шире срока окупаемости, поскольку после внедрения системы управления складом (англ. Warehouse Management System, далее — WMS), роботизированного оборудования или автоматизированной системы хранения меняются порядок выполнения операций, состав затрат и допустимая нагрузка. Российские компании всё чаще рассматривают автоматически управляемые транспортные средства (англ. Automated Guided Vehicles, далее — AGV), конвейеры, роботизированные комплексы и WMS в ответ на рост конкуренции, дефицит персонала и потребность в снижении расходов обработки товарного потока [2].

На этапе обоснования менеджмент склада сопоставляет цену программного обеспечения, оборудования, интеграции, обучения и сопровождения с ожидаемым операционным эффектом. В расчёт обычно включаются сокращение времени отбора, ускорение входной обработки товара, снижение ошибок, рост точности размещения, компрессия хранения и изменение численности персонала. Так, например, в кейсе внедрения WMS на складе мелкоштучного товара среднее время отбора одной позиции снижено с 0,72 до 0,53 мин, затраты на ошибки склада сокращены с 480 тыс. до 130 тыс. руб. в месяц, срок окупаемости проекта составил 10 месяцев [3]. Следует отметить, что по данным WMS проверяется эффект на уровне операции, смены и зоны склада, поскольку в противном случае в экономическом результате смешиваются рабочее время, ожидание, ошибка учёта и организационная задержка.

Теоретическое обоснование расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры должно объединять финансовые показатели проекта с параметрами WMS и проверкой сценариев в имитационной модели. В автоматизированном складе интеграция ERP и WMS связана с измеримыми изменениями вместимости хранения, времени реакции, доли ошибок, числа операторов и скорости обработки потока [4]. В цифровом двойнике автоматизированной системы хранения и отбора на базе шаттлов (англ. Shuttle-Based Storage and Retrieval System, далее — SBS/RS) на реальных данных датчиков, заказов и информационных систем рассчитываются варианты подбора, влияние выбора стратегии на цикл операции и эффективность отгрузки [7]. В то же время по данным фулфилмент-центров электронной торговли экономический эффект средств автоматизации различается по типу оборудования, виду операции и затратам на единицу отгруженного товара [5]. Следовательно, актуальность темы определяется потребностью в стратегии расчёта, в которой инвестиции, производительность, обеспеченность ресурсами и модельная проверка вариантов автоматизации рассматриваются до запуска складского проекта.

Результаты и обсуждение

В теоретическом плане автоматизация складских процессов рассматривается как инвестиционный проект с длительным горизонтом эффекта, в котором капитальные вложения соотносятся с изменением производительности, точности, скорости обработки и затрат эксплуатации. Первичная причина такого понимания связана с капиталоёмкостью складской инфраструктуры – внедрение WMS, автоматизированных систем хранения, конвейеров, шаттлов или роботизированных комплексов изменяет весь порядок движения товарного потока, вследствие чего инвестиционная оценка должна отражать изменение стоимости складского цикла, потребности в персонале, загрузки зон и качества выполнения заказов [1].

Исходным элементом оценки является сопоставление инвестиционного блока и операционного эффекта. К инвестиционному блоку относятся затраты на программное обеспечение, оборудование, интеграцию, обучение, тестирование и сопровождение, к операционному эффекту —

сокращение времени отбора, снижение числа ошибок, рост плотности хранения, ускорение обработки заданий и уменьшение затрат на исправление отклонений. Практический расчёт WMS-проекта показывает, что срок окупаемости может определяться через месячный эффект от роста скорости отбора, снижения ошибок склада и экономии фонда оплаты труда [3]. Данная связь становится доказательной только в том случае, когда экономический эффект измеряется по данным складских операций

Данные WMS входят в теоретическую модель инвестиционной оценки как источник измерения фактической нагрузки, статусов заданий, времени выполнения и результата операции. Так, на рис. 1 показана функциональная интеграция системы планирования ресурсов предприятия (англ. Enterprise Resource Planning, далее — ERP) и WMS для автоматизированного склада –документы поступления и отгрузки формируются в ERP, складские инструкции направляются в WMS, тогда как система мониторинга WMS передаёт задания оборудованию (штабелёру, AGV-тележке, конвейеру и товарным стеллажам) [4].

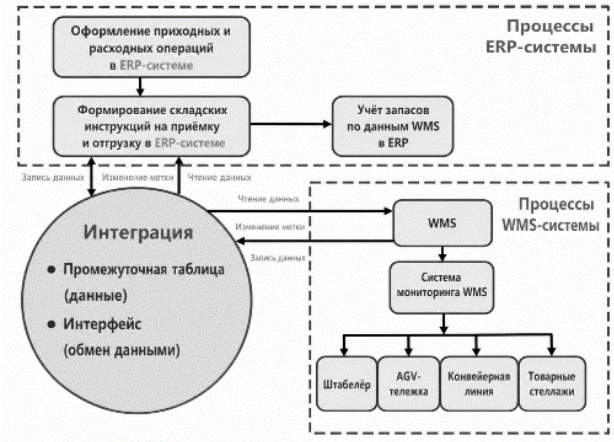


Рисунок 1 – Функциональная интеграция ERP и WMS для автоматизированного склада
Источник: авторский перевод по [4, P. 6]

В инвестиционной оценке данная схема важна тем, что затраты на автоматизацию связываются с конкретными информационными потоками и точками измерения складского эффекта. Более глубокий уровень оценки, связанный с сопоставимостью плановых, фактических и расчётных значений интеграция данных ERP и WMS раскрывает. На рис. 2 показано, как плановые данные WMS, база резервирования поступления и отгрузки, результаты операций и база документов ERP объединяются посредством промежуточной таблицы.

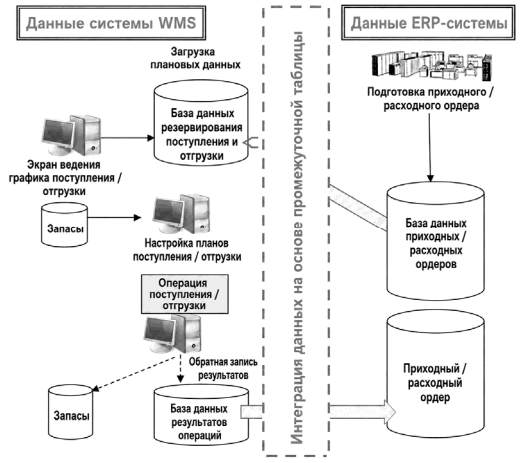


Рисунок 2 – Интеграция данных ERP и WMS для автоматизированного склада
Источник: авторский перевод по [4, P. 7]

Следует отметить, что инвестиционная оценка автоматизации склада становится более обоснованной тогда, когда результат операции возвращается в информационную систему и может быть сопоставлен с планом, запасами, временем цикла и фактической загрузкой оборудования [4]. Данная информационная связность снижает риск оценки проекта по усреднённым нормативам, слабо отражающим реальную сложность складских процессов.

Стратегическое основание инвестиционной оценки связано с тем, что автоматизация склада влияет на долгосрочную позицию компании в цепи поставок. Решение по крупной автоматизированной складской системе зависит от конкурентных целей, уровня сервиса, масштаба будущих потоков, отношения к технологическому риску и роли поставщика оборудования в проекте [1].

В российской практике к этим основаниям добавляются дефицит складского персонала, рост стоимости ручных операций, потребность в точности маркировки и ограниченность складских площадей [6]. Вследствие этого расчёт инвестиционной эффективности должен включать финансовые показатели проекта и параметры технологической готовности склада к изменению нагрузки.

На этапе инвестиционной оценки для расчётной проверки вариантов автоматизации до закупки оборудования и изменения складской технологии используется имитационное моделирование. В частности, в SBS/RS проверяются варианты подбора, загрузка оборудования, длительность цикла и влияние выбранной стратегии на отгрузку [7].

Агентная модель автономных мобильных роботов также показывает зависимость производительности от числа роботов, ёмкости перевозимых контейнеров и параметров станций подбора [8].

В обозначенном теоретическом поле инвестиционная оценка автоматизации складских процессов выстраивается на согласовании затрат, данных WMS, ресурсной нагрузки и модельной проверки ожидаемого операционного эффекта.

В инвестиционной оценке автоматизации складской инфраструктуры целесообразно выделить группы факторов, по которым сопоставляются затраты проекта, данные WMS, ресурсная нагрузка и ожидаемый операционный эффект (табл. 1).

Таблица 1
Классификация факторов инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры

Группа факторов	Содержание факторов	Расчётные показатели	Значение для оценки
Инвестиционные	WMS, оборудование, интеграция, проектирование, запуск	Объём вложений, срок окупаемости, стоимость владения	Граница затрат проекта
Эксплуатационные	Персонал, обслуживание, лицензии, энергия, ремонт	Расходы эксплуатации, стоимость смены, стоимость операции	Потенциал экономии
Производственные	Приёмка, размещение, отбор, сортировка, отгрузка	Время цикла, выработка, пропускная способность	Операционный эффект
Качественные	Ошибки отбора, точность размещения, полнота заказов	Доля ошибок, уровень сервиса, затраты на исправление	Снижение потерь
Ресурсные	Складская площадь, оборудование, сменная мощность, персонал	Загрузка ресурса, плотность хранения, резерв мощности	Использование инфраструктуры
Информационно-модельные	Данные WMS, статусы заданий, журнал операций, сценарии модели	Полнота данных, расчётная ошибка, сценарная загрузка	Доказательность расчёта

Источник: авторская разработка

Методическая проблема сопоставления затрат на автоматизацию и ожидаемого операционного эффекта возникает на границе инвестиционного бюджета и реального складского цикла. Бюджет проекта отражает цену WMS, оборудования, интеграции, обучения, сервиса и изменения технологии работы. Операционный эффект проявляется в скорости опе-

рации, уменьшении ошибок, плотности хранения, уровне сервиса и высвобождении персонала. Следует отметить, что расчёт окупаемости теряет доказательность, когда проектные ожидания поставщика напрямую переносятся в финансовую модель. В практических оценках автоматизации склада уже обозначается баланс между ожидаемой прибылью, капитальным риском и сроком возврата вложений [9].

Ключевая трудность состоит в различии горизонта затрат и горизонта эффекта. Единовременные вложения концентрируются в периоде запуска, расходы сопровождения распределяются по сроку эксплуатации, на величину операционного эффекта влияют сезонность, состав заказов, квалификация персонала и загрузка зон. Предварительное выделение базы сравнения позволяет отделить реальную экономию от обычных колебаний спроса и организационных изменений. В проектах цифровой трансформации складской логистики сочетание технологии, персонала и процесса влияет на итоговую ценность преобразований [10].

Ещё одна методическая сложность связана с границами бюджета автоматизации. Так, начальная смета обычно охватывает лицензии, оборудование и внедрение, затем появляются регулярные расходы на облачную инфраструктуру, сервис, обновления, обучение новых сотрудников и адаптацию WMS к изменению товарного потока. В арендной модели WMS стартовые вложения ниже, регулярные расходы выше, что важно для расчёта срока окупаемости и стоимости владения [11]. Следовательно, сопоставление затрат и операционного эффекта становится обоснованным на единой базе сравнения, горизонте расчёта и отделении технологического эффекта от организационных изменений склада [12].

В теоретической модели оценки производительности складских операций данные WMS рассматриваются как измерительная база, в которой представлены код задания, статус, зона, маршрут, исполнитель, оборудование, моменты начала и завершения, итог выполнения. Благодаря этому складская операция может быть описана как сопоставимый цикл, пригодный для расчёта времени обработки, выработки и отклонений от планового задания. Следует отметить, что ценность данных WMS возникает за счёт регулярной регистрации событий, посредством которой операция отражается в едином формате и соотносится с документами ERP, запасами и складскими зонами [4].

На уровне производительности данные WMS важны как средство разделения времени работы, ожидания, перемещения, ошибки и завершённого результата. Слабая полнота статусов, разная дисциплина сканирования и задержка закрытия заданий снижают точность оценки, поскольку один складской цикл начинает отражать организационные паузы вместе с фактической обработкой товара. В практическом расчёте WMS-проекта регистрационные данные позволяют сопоставить изменение скорости отбора, затрат на ошибки и экономии фонда оплаты труда с итоговым сроком возврата вложений [3]. При этом качество данных является частью инвестиционной оценки, так как производительность склада измеряется на уровне операции, зоны и смены [10].

Состав исходных параметров для расчёта инвестиционной эффективности автоматизации склада начинается с описания базового состояния текущих операций и проектного варианта автоматизации.

В базовом состоянии учитываются численность персонала, сменная выработка, время обработки задания, доля ошибок, затраты на исправление отклонений, площадь хранения и фактическая загрузка оборудования.

В проектном варианте указываются стоимость WMS, оборудования, интеграции, запуска, обучения и сопровождения, а также ожидаемые изменения скорости операций, точности учёта, плотности хранения и уровня сервиса. В российских условиях значимым исходным параметром выступает соотношение капитального риска, срока возврата вложений и доступности персонала для складских операций [9].

Исходная база расчёта должна быть сопоставимой по периоду, составу операций и единице измерения. Расчёт автоматизации склада становится корректным, когда текущие затраты и проектный эффект приводятся к одному горизонту оценки, тогда как стоимость операции выражается в расчёте на обработанную единицу товарного потока. В арендной модели WMS стартовые вложения замещаются регулярными платежами, что меняет структуру инвестиционного расчёта и стоимость владения [11]. В проектах автоматизации e-commerce значимость отдельных средств автоматизации различается по влиянию на затраты единицы отгрузки, поэтому в исходные параметры целесообразно включать тип операции, вид оборудования, интенсивность потока и данные о фактических расходах [5].

В целом можно выделить основные группы показателей (табл. 2).

Теоретическая модель расчёта производительности автоматизированного складского решения выстраивается от товарного потока к складской операции и далее к занятому в выполнении задания ресурсу. Рост плотности заказов, разная структура товарных позиций и ограниченная мощность оборудования создают необходимость расчёта пропускной способности конкретного технологического решения. В качестве единицы оценки выступает завершённый складской цикл, в котором учитываются поступление задания, перемещение товарной единицы, обработка на рабочем месте, завершение операции и запись результата в WMS. Следует отметить, что для AMR-систем производительность зависит от числа роботов, ёмкости перевозимых контейнеров и параметров станций подбора [8].

В расчётной форме производительность автоматизированного решения может пониматься как отношение количества завершённых операций к времени работы ресурса с учётом очереди, простоя, маршрута и технической скорости оборудования.

При этом один и тот же поток заданий даёт разные значения выработки в зависимости от размещения товара, последовательности обработки, числа доступных станций и правил подачи контейнеров. В SBS/RS расчётная проверка показывает, что выбор стратегии подбора влияет на длительность цикла и согласование подбора с отгрузкой [7].

Таблица 2

Группы показателей затрат, производительности и ресурсной обеспеченности складской инфраструктуры

Группа показателей	Состав показателей	Единица оценки	Значение для расчёта
Инвестиционные затраты	WMS, оборудование, интеграция, проектирование, запуск	рублей, рублей/проект	Начальная стоимость автоматизации
Затраты на эксплуатацию	Персонал, сервис, лицензии, энергия, ремонт	рублей/мес., рублей/смена	Текущая стоимость работы склада
Производи-тельность операций	Приёмка, размещение, отбор, сортировка, отгрузка	операций/час, строк/смена	Операционный эффект автоматизации
Временные параметры	Время цикла, ожидание, перемещение, завершение задания	мин., сек., час	Скорость обработки товарного потока
Качество выполнения	Ошибки отбора, точность размещения, полнота заказа	%, ед., рублей	Снижение потерь и затрат исправления
Ресурсная обеспеченность	Персонал, оборудование, площадь, сменная мощность	человек, ед., м², %	Использование складской инфраструктуры
Информационная база	Данные WMS, статусы заданий, журнал операций, показатели ERP	запись, статус, событие	Достоверность инвестиционного расчёта

Источник: авторская разработка на основе [1], [3-5], [10-12].

Таким образом, показатель производительности целесообразно рассматривать вместе с загрузкой ресурса и временем ожидания, поскольку высокий темп отдельной операции может сопровождаться накоплением очереди на соседнем участке.

Экономический смысл модели состоит в соотнесении технической скорости автоматизированного решения с показателями инвестиционного расчёта. Производительность выражается как числом обработанных строк или единиц за час, так и стоимостью обработки, потребностью в персонале, уровнем ошибок, резервом мощности и сроком возврата вложений. В интегрированной среде ERP и WMS расчётный результат соотносится с запасами, заданиями, статусами и фактическим завершением операций [4]. Как следствие, модель расчёта производительности есть связующий элемент между технологическим описанием автоматизации и оценкой инвестиционной эффективности складской инфраструктуры.

В инвестиционной оценке автоматизации складских процессов для предварительной проверки технологического решения до закупки оборудования, изменения маршрутов и запуска новой схемы WMS нередко используется имитационное моделирование. Расчётный эксперимент позволяет воспроизвести поток заданий, очереди, занятость оборудования, длительность цикла и предельную нагрузку склада в условиях, близких к будущей эксплуатации. Для автоматизированной системы хранения и отбора на базе шаттлов проверка вариантов подбора связана с балансом между скоростью извлечения товарных единиц и готовностью зоны отгрузки к дальнейшей обработке [7]. Теоретическая ценность имитационного моделирования состоит в отделении технологически достижимого эффекта от эффекта, заявленного в инвестиционном обосновании. Один вариант автоматизации может отражать высокую скорость оборудования, однако при этом создавать очередь на станции подбора, другой вариант – может снижать нагрузку персонала и давать меньший выигрыш по времени цикла. В агентной модели AMR-систем итоговая производительность зависит от числа роботов, ёмкости контейнеров и параметров станций подбора [8]. В связи с этим расчётная проверка необходима до выбора решения, поскольку она показывает границы

мощности склада, чувствительность к росту заказов и риск завышения ожидаемого эффекта.

Методические критерии выбора инвестиционно-обоснованного технологического решения должны объединять финансовую оценку, измеримость складских операций и пригодность автоматизации к будущей нагрузке. На первом уровне оцениваются стоимость внедрения, расходы эксплуатации, срок возврата вложений и стоимость обработки единицы товарного потока. На втором уровне проверяются производительность, точность выполнения, сокращение ошибок, загрузка оборудования и влияние решения на соседние складские участки.

В стратегической оценке автоматизированных складских систем значимыми являются масштабирование, сервис, риск поставщика и соответствие долгосрочным целям компании [1]. Конечный выбор технологического решения целесообразно основывать на совокупности расчётных критериев, т.е. по затратам, производительности, качеству данных, ресурсной обеспеченности и проверке сценариев нагрузки. Решение с меньшей стоимостью внедрения может уступать по сроку службы, качеству данных WMS или возможности развития складской инфраструктуры. В проектах автоматизации электронной торговли влияние средств автоматизации на затраты единицы отгрузки различается по типу оборудования и характеру операции [5]. Иными словами, инвестиционно-обоснованным является решение, по которому подтверждены экономический эффект, измеримость результата, допустимая нагрузка, ресурсный резерв и управляемый уровень технологического риска.

В целом с точки зрения стратегического развития целесообразно предложить модель расчёта инвестиционной эффективности (рис. 3).

Теоретическое значение предлагаемой стратегии расчёта инвестиционной эффективности связано с тем, что автоматизация складской инфраструктуры рассматривается как часть развития складского хозяйства.

В данном случае расчёт объединяет стоимость проекта, производительность операций, ресурсную обеспеченность и качество данных в единую систему оценки. Следует подчеркнуть, что за счёт такого построения инвестиционное решение соотносится с реальной работой склада (жизненным циклом продукции, точностью выполнения заданий, загрузкой персонала, площадью хранения и предельной мощностью оборудования и др.).

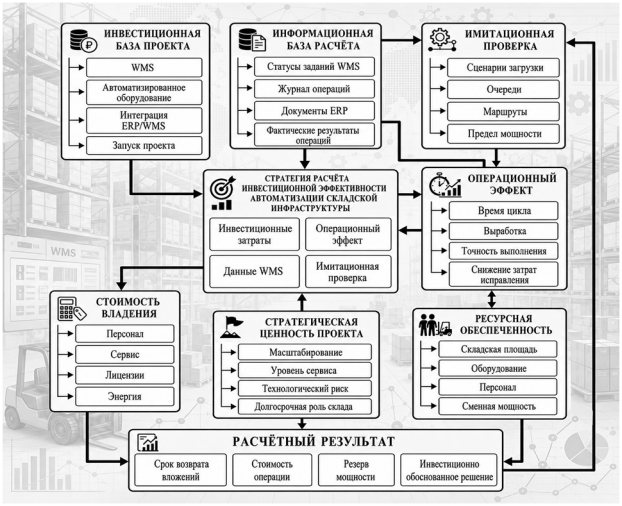


Рисунок 3 – Модель стратегии расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры
Источник: авторская разработка

В научном смысле стратегия расчёта уточняет границы экономического анализа автоматизации складских процессов. Финансовый показатель сам по себе отражает срок возврата вложений, тогда как развитие складской инфраструктуры зависит от способности склада выдерживать рост потока, поддерживать уровень сервиса и снижать затраты обработки товарной единицы.

В то же время данные WMS предоставляют возможность рассматривать операцию в качестве измеряемого цикла, в котором затраты и эффект сопоставляются по одинаковой единице наблюдения, вследствие чего инвестиционная эффективность становится расчётной характеристикой складской инфраструктуры, связанной с фактической нагрузкой, ресурсами и результатом операций.

Практико-теоретическая ценность стратегии расчёта заключается в предварительном обосновании направления развития склада до изменения технологии работы. Имитационное моделирование в данной системе используется для проверки вариантов автоматизации, выявления предельной мощности, оценки очередей и расчёта чувствительности к росту заказов, благодаря чему выбор технологического решения связывается с доказанным операционным эффектом, качеством данных WMS, затратами эксплуатации и ресурсным резервом.

Стратегия таким образом олицетворяет собой способ согласования инвестиционного бюджета, технологического решения и будущей производительности склада.

Авторский деловой вклад заключается в предложении стратегии предварительного инвестиционного отбора решений автоматизации склада. Её назначение — до договора с интегратором определить, какая часть складской инфраструктуры нуждается в автоматизации, какой финансовый предел допустим для проекта и какой результат должен быть подтверждён расчётом. В авторской разработке коммерческое решение по WMS, роботизированному оборудованию, конвейерам или AGV соотнесено с технологической картой склада, планом запуска, данными учётных систем и проверкой работы оборудования в расчётной среде.

Практическая ценность разработки определяется тем, что порядок расчёта ориентирован на задачи технолога, бизнес-аналитика, руководителя склада и заказчика проекта.

На основе личного профессионального опыта автора в технологическом проектировании, хронометраже операций, подготовке технических заданий поставщикам и имитационном моделировании автоматизация описана как производственный проект с измеримыми условиями запуска, ресурсами, ограничениями и проверяемым итогом. Порядок расчёта помогает заранее определить предел экономической отдачи и обосновать состав автоматизации ещё до запуска закупочных процедур.

Значение для отрасли автоматизации складской логистики состоит в создании прикладного инструмента для выбора WMS, роботизированных систем, конвейеров, AGV и иных решений складской автоматизации. В предложенном порядке коммерческое решение основано на расчётной задаче склада, допустимом бюджете, параметрах информационной системы, требованиях к оборудованию и проверке будущей нагрузки.

В конечном итоге автоматизация рассматривается как деловой проект с проверяемыми условиями внедрения и понятной экономической границей.

Таким образом, авторский деловой вклад состоит в том, что инвестиционное обоснование автоматизации склада представлено как профессиональный инструмент предварительной проверки технологического решения до закупки оборудования, запуска WMS и изменения складской инфраструктуры.

Заключение

Проведённое исследование позволило обосновать стратегию расчёта инвестиционной эффективности автоматизации складской инфраструктуры как профессиональный инструмент оценки складского проекта до закупки оборудования и запуска WMS.

В статье показано, что решение по автоматизации следует оценивать в связи с инвестиционным бюджетом, данными складских операций, ресурсной базой, стоимостью владения и проверкой вариантов в имитационной модели. Научная значимость работы состоит в выделении факторов, показателей и расчётных критериев, которые позволяют рассматривать складскую инфраструктуру как измеряемый объект инвестиционного анализа.

Практическая значимость состоит в том, что предложенная стратегия помогает специалистам заранее определить экономическую границу проекта, проверить технологическое решение на будущей нагрузке и обосновать выбор автоматизации перед руководством, инвестором или техническим подрядчиком.

Литература

1. Kembro J. H., Norrman A. A strategic perspective on automated warehouse systems in retail: insights from a multiple case study // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2025. – Vol. 55. – No. 11. – P. 57–91.

2. Ромашкин А. П. Современные подходы к автоматизации складской логистики в РФ: проблемы и перспективы // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14. – № 7-1. – С. 409-413.

3. Гаваев А. С., Усанов А. А. Эффект от внедрения WMS-системы // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 266-270.

4. Tong Q., Ming X., Zhang X. Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – No. 2. – P. 1-22.

5. Belhaj N., Patrix J., Oulmakki O., Verny J. Leveraging Data Science for Impactful Logistics Automatons in the E-Commerce Sector // Engineering Proceedings. – 2025. – Vol. 97. – No. 1. – P. 1-11.

6. Кизим Е. В., Пазойский Ю. О. Автоматизация складского хозяйства Российской Федерации // Тенденции развития железнодорожного транспорта и управления перевозочным процессом. – 2020. – № 1. – С. 192-196.

7. Guerrazzi E., Mininno V., Aloini D. Balancing picking and outbound loading efficiency in an SBS/RS through a digital twin // Flexible Services and Manufacturing Journal. – 2024. – P. 1-49.

8. Castellucci T., Tappia E., Moretti E., Melacini M. Performance Analysis of Multi-Tote Storage and Retrieval Autonomous Mobile Robot Systems through Agent-Based Simulation // IFAC-PapersOnLine. – 2025. – Vol. 59. – No. 10. – P. 2533–2538.

9. Маглинова Т. Г., Шупило О. М. Инвестиции в автоматизацию склада розничных продаж // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 5-4. – С. 146-148.

10. Баринова Н. А., Сухарев Д. Н. Научно-методический подход к управлению цифровой трансформацией складской логистики // Научные проблемы водного транспорта. – 2026. – № 86. – С. 140-153.

11. Филатов Д. WMS в аренду: новый уровень автоматизации склада // ЛОГИСТИКА. – 2022. – № 8. – С. 8-9.

12. Асадулова Л. Р., Павлюк Е. В. Современная тенденция развития реальных инвестиций в Smart-складирование // Логистика-евразийский мост. – 2019. – С. 423-426.

13. Кузнецова С. Н., Кузнецов В. П., Егорова А. О. Современные логистические системы промышленных площадок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2018. – № 1. – С. 71-74.

14. Кузина М. Н., Солнцев А. А. Роль информационных технологий в организации складской деятельности // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 5. – С. 272-276.

15. Попов С. В. Современные подходы к автоматизации погрузочно-разгрузочных работ // Вестник науки. – 2024. – Т. 2. – № 8 (77). – С. 31-46.

Strategy for calculating the investment efficiency of warehouse infrastructure automation based on WMS data and simulation modeling

Zhikhareva M.A.
Independent researcher

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

The purpose of the study is to substantiate a strategy for calculating the investment efficiency of warehouse infrastructure automation based on the alignment of warehouse management system data and simulation modeling. The research materials cover scientific works on investment assessment of warehouse automation, digital transformation of warehouse logistics, analysis of warehouse operation data, and modeling of automated warehouse processes. The article uses such research methods as structural analysis, classification, economic and statistical description, and theoretical generalization. Research result: a strategy for calculating the investment efficiency of warehouse infrastructure automation has been developed, including a classification of efficiency factors, a system of initial parameters, groups of cost, productivity and resource availability indicators, a productivity calculation model, and criteria for selecting an investment-justified technological solution. Conclusions: a) warehouse infrastructure automation can be considered as an investment project associated with changes in the cost of the warehouse cycle and operational productivity; b) the alignment of warehouse management system data, project costs and simulation modeling increases the evidential value of calculating the expected operational effect; c) the proposed strategy makes it possible to justify the choice of an automated warehouse solution prior to purchasing equipment, launching a warehouse management system or changing warehouse technology.

Keywords: investment efficiency, warehouse automation, warehouse infrastructure, warehouse management system, simulation modeling, warehouse logistics.

References

1. Kembro J. H., Norrman A. A strategic perspective on automated warehouse systems in retail: insights from a multiple case study // International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. – 2025. – Vol. 55. – No. 11. – P. 57-91.
2. Romashkin A. P. Modern approaches to automation of warehouse logistics in the Russian Federation: problems and prospects // Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. – 2024. – Vol. 14. – No. 7-1. – P. 409-413.
3. Gavaev A. S., Usanov A. A. The effect of the introduction of the WMS system // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Vol. 6. – No. 1. – P. 266-270.
4. Tong Q., Ming X., Zhang X. Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – No. 2. – P. 1-22.
5. Belhaj N., Patrix J., Oulmakki O., Verny J. Leveraging Data Science for Impactful Logistics Automatons in the E-Commerce Sector // Engineering Proceedings. – 2025. – Vol. 97. – No. 1. – P. 1-11.
6. Kizim E. V., Pazoyskiy Yu. O. Automation of warehouse management in the Russian Federation // Trends in the Development of Railway Transport and Transportation Process Management. – 2020. – No. 1. – P. 192-196.
7. Guerrazzi E., Mininno V., Aloini D. Balancing picking and outbound loading efficiency in an SBS/RS through a digital twin // Flexible Services and Manufacturing Journal. – 2024. – P. 1-49.
8. Castellucci T., Tappia E., Moretti E., Melacini M. Performance Analysis of Multi-Tote Storage and Retrieval Autonomous Mobile Robot Systems through Agent-Based Simulation // IFAC-PapersOnLine. – 2025. – Vol. 59. – No. 10. – P. 2533-2538.
9. Maglinova T. G., Shupilo O. M. Investments in retail warehouse automation // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2022. – No. 5-4. – P. 146-148.
10. Barinova N. A., Sukharev D. N. Scientific and methodological approach to managing the digital transformation of warehouse logistics // Scientific Problems of Water Transport. – 2026. – No. 86. – P. 140-153.
11. Filatov D. WMS for rent: a new level of warehouse automation // LOGISTICS. – 2022. – No. 8. – P. 8-9.
12. Asadulova L. R., Pavlyuk E. V. The current trend in the development of real investments in Smart warehousing // Logistics-Eurasian Bridge. – 2019. – P. 423-426.
13. Kuznetsova S. N., Kuznetsov V. P., Egorova A. O. Modern logistics systems of industrial sites // Storage and Processing of Agricultural Raw Materials. – 2018. – No. 1. – P. 71-74.
14. Kuzina M. N., Solntsev A. A. The role of information technologies in the organization of warehouse activities // Innovations and Investments. – 2019. – No. 5. – P. 272-276.
15. Popov S. V. Modern approaches to automation of loading and unloading operations // Bulletin of Science. – 2024. – Vol. 2. – No. 8 (77). – P. 31-46.

Оценка эффективности применения технического анализа для оптимизации точек входа в стратегиях долгосрочного инвестирования

Малышевский-Чуклинов Владислав Александрович
МБИ имени Анатолия Собчака, vladislavmalyshevsky@gmail.com

Применение исключительно фундаментального анализа в современных условиях теряет свою эффективность из-за нестабильной макроэкономической ситуацией. В связи с этим возникает вопрос: является ли эффективным внедрение технических индикаторов процесс формирования инвестиционного портфеля? В связи с этим в статье представлено сравнение двух инвестиционных портфелей, один из который базируется исключительно на фундаментальном анализе активов, второй – вместе с фундаментальным анализом использует технические индикаторы CRSI и MACD для поиска оптимального периода покупки активов в течение 30 дней с даты проведения фундаментального анализа. Информационной базой исследования выступают данные российского фондового рынка за период с апреля 2021 г. по май 2026 г. В качестве объекта исследования выступают два сформированных в ходе исследования инвестиционных портфеля. Научная новизна заключается в полученных эмпирических данных, которые свидетельствуют об эффективности или неэффективности применении технических индикаторов CRSI и MACD дополнительно к фундаментальному анализу для поиска оптимальных периодов приобретения ценных бумаг. Полученные результаты тестирования двух инвестиционных портфелей позволяют сделать вывод, что при среднесрочном и долгосрочном инвестировании (более 3-х лет) наиболее эффективными на российском фондовом рынке оказались методы фундаментального анализа. Применение технических индикаторов CRSI и MACD негативно сказалось на полученных инвестиционных результатах.

Ключевые слова. Фундаментальный анализ, технический анализ, инвестиционный портфель, фондовый рынок, акции, инвестиционные активы.

Введение

В настоящее время деление базисов формирования инвестиционных портфелей на фундаментальный и технический постепенно отходит на второй план. Больший упор делается на объединение данных подходов в единую гибридную модель. Предпосылок к этому несколько. Традиционно фундаментальный анализ выступает в качестве главного способа оценки внутренней стоимости эмитента и применяется в большей степени при формировании долгосрочных инвестиционных стратегий [1]. Также используется базовый инвестиционный анализ, который расширяет полученные результаты анализом динамики цен, рыночной конъектуры и т.д. [2]. Однако в современных условия, в которых преобладает макроэкономическая неопределенность, а также частые структурные сдвиги, фундаментальный анализ не способен быть настолько эффективным, как при более стабильной макроэкономической ситуации. В связи с данными предпосылками использование технического анализа позволяет определить оптимальные периоды покупки инвестиционных активов, что позволяет повысить инвестиционные результаты [3].

Эффективность инвестиционного анализа подтверждена эмпирически многими исследованиями. Агрегированные индексы технических правил обладают статистически значимой способностью прогнозировать избыточную доходность акций, что легитимизирует их использование наравне с фундаментальными факторами [4]. Так, в своем исследовании «A factor pricing model based on double moving average strategy» YuZhi Chen вместе с соавторами выявили, что стратегии, которые базируются на скользящих средних, выступающими математической основой индикатора Moving Average Convergence Divergence (далее – MACD), успешно применяются в факторных моделях ценообразования [5].

Такой подход также эффективен и для развивающихся стран, к которым можно отнести и Российскую Федерацию. Исследование Зубова Я. О. доказало, что использование количественных правил улучшается риск-скорректированные показатели инвестиционных портфелей, содержащих российских эмитентов [6]. В свою очередь Бондарев Д. С. и Каратаев А. С. в своем исследовании выявили, что кластеризация волатильности на фондовом рынке Российской Федерации создает благоприятные условия для применения технического анализа [7].

Однако технических индикаторов достаточно много, и выбор конкретного для поиска оптимального периода покупки активов зависит от его математических свойств. Так, индикатор Relative Strength Index (далее – RSI) с высокой точностью определяет зоны локальной перепроданности инвестиционных активов. Это позволяет использовать его в стратегиях, построенных на возвратах к среднему значению [8].

Индикатор MACD, в свою очередь, больше подходит для идентификации устойчивого восходящего или нисходящего тренда. Однако базовый показатель часто дает ложные сигналы. Для оптимизации необходимо корректировать индикатор с учетом «рыночного шума» [9, 10], к примеру, с помощью индикатора RSI.

Одновременное использование описанных выше индикаторов позволяет нивелировать недостатки каждого из них [11].

Исследование Barrosso B. C доказало, что внедрение подобных технических индикаторов в портфельную оптимизацию позволяет уменьшить максимальную потенциальную просадку инвестиционного портфеля [12].

Эмпирическое исследование Жапарханова О. Ж. подтвердило, что применение технических индикаторов повышает вероятность эффективного принятия инвестиционных решений, что повышает точность и качество краткосрочных и среднесрочных прогнозов [13].

Подводя итог, можно сделать вывод, что методология, которая предполагает объединение фундаментального анализа и технических индикаторов в единую инвестиционную стратегию, позволяет одновременно сохранять потенциал доходности инвестиционных активов и минимизировать риски покупки на локальных максимумах, что способно повысить общую устойчивость и доходность инвестиционного портфеля.

Методы

Для проведения исследования были использованы следующие методы:

1. Теоретические:

a. анализ и синтез – систематизация и классификация современных подходов к внедрению технического анализа в процесс долгосрочных инвестиций;

b. моделирование – формирование концептуальной схемы исследования для определения границ эмпирического моделирования.

2. Эмпирические:

a. моделирование – формирование данных двух независимых инвестиционных портфеля с идентичными входными параметрами, но различными подходами к моменту покупки активов;

b. эксперимент – проведение тестирования двух сформированных инвестиционных портфелей на исторических данных. Метод позволил перейти от теоретических предположений к практическим данным;

c. сравнение – сопоставление полученных данных для определения эффективности применения подходов технического анализа для поиска периода покупки инвестиционных активов.

Общие правила формирование инвестиционного портфеля в рамках исследования

Исследование проводилось с апреля 2021 г. по май 2026 г. Было сформировано два инвестиционных портфеля с одинаковыми первоначальными данными:

1. Сумма первоначальных вложений – 1 000 000 руб.
2. Все полученные дивиденды реинвестируются.
3. Ребалансировка проводится не чаще 1 раза в квартал.

Структура инвестиционных портфелей состоит из акций, входящих в ключевые отраслевые индексы МосБиржи, облигаций и золота. Структуры инвестиционных портфелей идентичны.

Сформированные инвестиционные портфели не предполагают осуществление коротких продаж.

Однако инвестиционные портфели отличаются способом их формирования:

1. Инвестиционный портфель №1 формируется исключительно на основании фундаментального анализа. Отобранные активы приобретаются в портфель сразу после проведения анализа.

2. Инвестиционный портфель №2 формируется на основании фундаментального и технического анализов. На основании двух технических индикаторов (CRSI и MACD) после отбора инвестиционных активов в течение 30 дней определяется оптимальные даты покупки инвестиционных активов. Применение индикатора CRSI менее 40 позволяет определять периоды краткосрочной перепроданности инвестиционных активов внутри долгосрочного восходящего тренда. Индикатора MACD, в свою очередь, позволяет нивелировать «рыночный шум». Нахождение основной линии индикатора MACD выше сигнальной линии сигнализирует о том, что краткосрочный нисходящий тренд, который зафиксировал индикатор CRSI, был исчерпан.

Сочетание описанных выше технических индикаторов (значение CRSI меньше 40 и MACD) создает строгий критерий идентификации периода покупки инвестиционных активов. Если в течение 30 дней с даты проведения фундаментального анализа в инвестиционном активе не был зафиксирован сигнал на основании двух технических индикаторов, происходит принудительная покупка инвестиционного актива, которая нивелирует риск «упущенной выгоды».

Таким образом исследование позволит выявить следующее: способно ли применение технического анализа повысить доходность долгосрочного инвестиционного портфеля, или он более адаптивен для краткосрочных инвестиций.

Результаты

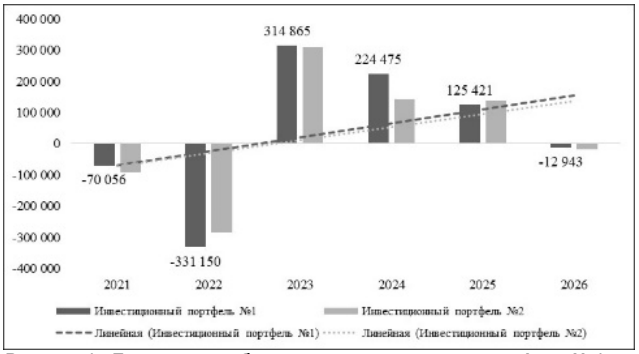


Рисунок 1 - Динамика прибыли инвестиционного портфеля №1 и инвестиционного портфеля №2 с апреля 2021 г. по май 2026 г.
Источник: составлено автором на основе инвестиционного сервиса Snowball Income.

Для определения эффективности внедрения технического анализа, а именно индикаторов CRSI и MACD для определения периода покупки ценных бумаг, было проведено сравнение двух описанных выше инвестиционных портфелей: инвестиционный портфель №1 (фундаментальный анализ) и инвестиционный портфель №2 (фундаментальный + технический анализ). Анализ проводился на периоде с апреля 2021 г. по май 2026 г.

На рисунке 1 представлены данные по прибыли обоих инвестиционных портфелей в разбивке по годам.

Как видно из рисунка 1, инвестиционный портфель №2, который объединяет фундаментальный и технический подходы, показал результаты хуже, чем инвестиционный портфель №1, который формировался исключительно на основании фундаментального анализа. При этом линия тренда у инвестиционного портфеля №2 также находится чуть ниже, чем у инвестиционного портфеля №1, что говорит о меньшей доходности, которую продемонстрировал инвестиционный портфель №2.

Если проанализировать абсолютные значения, то прибыль инвестиционного портфеля №1 за период с апреля 2021 г. по май 2026 г. составила 250 613 руб., а прибыль инвестиционного портфеля №2 за аналогичный период – 200 761 руб. В результате прибыль инвестиционного портфеля, который был сформирован исключительно на основании фундаментального анализа, оказалась на 49 851 руб. выше, чем у инвестиционного портфеля №2, который комбинировал фундаментальный анализ и технические индикаторы. С учетом первоначальных вложений разница составил 4,1% за весь период, или 0,8% годовых.

При этом из-за того, что операции в инвестиционном портфеле №2 совершались в диапазоне 30 дней с даты проведения фундаментального анализа (в момент выполнения обоих условий по техническим индикаторам), сумма начисленных дивидендов с учетом налогов по портфелю оказалась ниже, чем по инвестиционному портфелю №1. Данные представлены на рисунке 2.

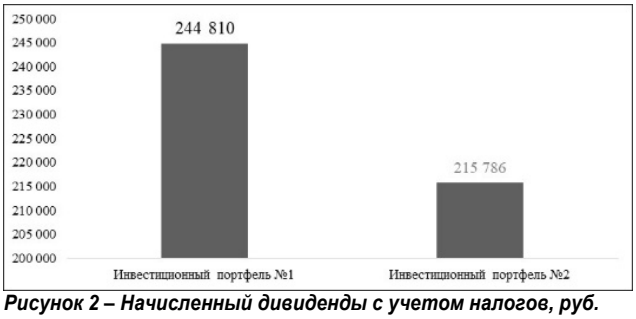


Рисунок 2 – Начисленный дивиденды с учетом налогов, руб.
Источник: составлено автором на основе инвестиционного сервиса Snowball Income.

Разница в начисленных дивидендах с учетом налогов составила 29 024 руб., или 13,5%.

На рисунке 3 представлена динамика стоимостей инвестиционного портфеля №1 и инвестиционного портфеля №2 за период с апреля 2021 г. по май 2026 г.

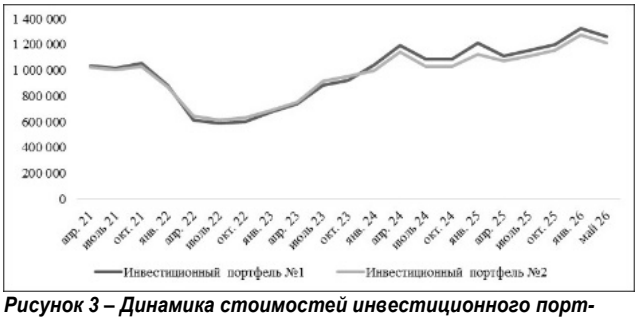


Рисунок 3 – Динамика стоимостей инвестиционного портфеля №1 и инвестиционного портфеля №2
Источник: составлено автором на основе инвестиционного сервиса Snowball Income.

Как видно из рисунка 3, стоимость инвестиционного портфеля №1 превзошла стоимость инвестиционного портфеля №2 практически на всем периоде исследования. Результаты говорят о большей инвестиционной эффективности инвестиционного портфеля №1, который основывается на фундаментальном анализе и не использует технические индикаторы для поиска периода покупки активов.

На диаграмме 1 представлено сравнение коэффициентов Шарпа, Сортино и бета-коэффициента инвестиционных портфелей №1 и №2.

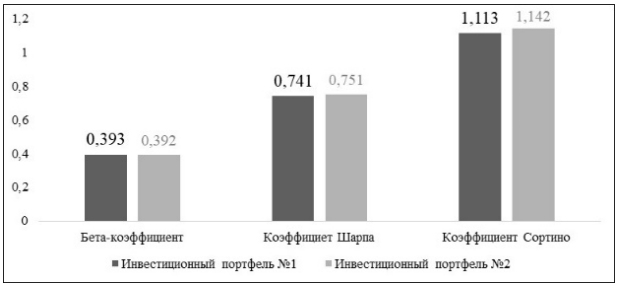


Диаграмма 1 – Сравнение коэффициентов инвестиционного портфеля №1 и инвестиционного портфеля №2
Источник: составлено автором на основе инвестиционного сервиса Snowball Income.

В результате сравнения инвестиционного портфеля №1 с инвестиционным портфелем №2 можно сделать вывод, что значения рассматриваемых коэффициентов у инвестиционного портфеля №2, который формируется на основании фундаментального анализа и технических индикаторов, выше, чем у инвестиционного портфеля №1. Однако разницу можно считать несущественной, т.к. она не превышает 3%. При это доходность у инвестиционного портфеля как по росту активов, так и по дивидендной доходности выше, что свидетельствует о большей инвестиционной привлекательности инвестиционного портфеля №1 по сравнению с инвестиционным портфелем №2.

Выводы

В заключение можно сделать вывод, что поход формирования долгосрочного инвестиционного портфеля, который сочетает в себе фундаментальный анализ и технические индикаторы (инвестиционный портфель №2), не дает дополнительной инвестиционной эффективности.

Несмотря на то, что значения коэффициентов Шарпа, Сортино и бета-коэффициента у инвестиционного портфеля №2 выше, чем у инвестиционного портфеля №1, основанного исключительно на фундаментальном анализе, доходность как процентном выражении, так и в денежном виде у такого портфеля ниже.

За анализируемый период с апреля 2021 г. по май 2026 г. прибыль инвестиционного портфеля №2 составила 200 761 руб., или 20%. При этом прибыль инвестиционного портфеля №1 составила 250 613 руб., или 25%. Также совокупные начисленные дивиденды с учетом налогов по инвестиционному портфелю №1 выше на 13,5%.

Данные выводы свидетельствуют о том, что при долгосрочном инвестировании наиболее эффективными оказался метод фундаментального анализа. Применение технических индикаторов будет эффективней в случае, если применяются краткосрочные стратегии.

Литература

1. Семенкова, Е. В. Фундаментальный анализ на рынке ценных бумаг: учебник для аспирантуры, бакалавриата и магистратуры / Е. В. Семенкова : Издательство Русайнс, 2024. – 280 с. – ISBN 978-5-466-03847-7. – Текст : электронный.

2. Кузнецов, Б. Т. Инвестиционный анализ: учебник и практикум для вузов / Б. Т. Кузнецов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 363 с. – ISBN 978-5-534-02215-5. – Текст : электронный.

3. Ермоловская, О. Ю., Ивойлов, С. А., Михеева Е.А. Подходы к формированию инвестиционного портфеля в современных условиях // Креативная экономика. – 2024. – Т. 18. – № 4. – С. 865-888.

4. Un, K. S., Li, H. Technical Analysis and Stock Returns: An Aggregate Approach // SSRN Electronic Journal. – 2022. – С. 36.

5. Chen, Y., Fang, Y., Li, X., Wei, J. A factor pricing model based on double moving average strategy // Humanities and Social Sciences Communications. – 2023. – № 10. – С. 1-13.

6. Зубов, Я. О. Анализ и оценка эффективности инвестиционных стратегий на современном фондовом рынке России // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». – 2022. – № 3. – Ч. 2. – С. 200-215.

7. Бондарев, Д. С., Каратаев, А. С. Оценка волатильности на российском рынке акций: эмпирический анализ // Прогрессивная экономика. – 2024. – № 6. – С. 43-56.

8. Melda, M., Mira, M., Nurlina, N. Analysis of the Effectiveness of RSI and MACD Indicators in Addressing Stock Price Volatility // Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi. – 2025. – № 15 (1). – С. 71-79.

9. Chio, P. T. A comparative study of the MACD-base trading strategies: evidence from the US stock market // arXiv preprint, arXiv:2206.12282.

10. Kang, B. K. Improving MACD Technical Analysis by Optimizing Parameters and Modifying Trading Rules: Evidence from the Japanese Nikkei 225 Futures Market // Journal of Risk and Financial Management. – 2021. – № 14 (1). – С. 21.

11. Xiao, H. RSI and MACD indicators integrated: evidence from S&P 500 and Li-Ning as an example // BCP Business and Management. – 2023. – № 38. – С. 255-261.

12. Barroso, B. C., Cardoso, R. T. N., Melo, M. K. Performance analysis of the integration between Portfolio Optimization and Technical Analysis strategies in the Brazilian stock market // Expert Systems with Applications. – 2021. – № 186.

13. Жапарханулы, О. Ж. Оценка эффективности технических индикаторов в краткосрочном прогнозе акций // Молодой ученый. – 2025. – № 18 (569). – С. 7-12.

Evaluating the effectiveness of technical analysis for optimizing entry points in long-term investment strategies

Malyshevsky-Chuklinov V.A.
MBI named after Anatoly Sobchak

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

In modern conditions, relying solely on fundamental analysis is losing its effectiveness due to unstable macroeconomic conditions. Consequently, a question arises: is the incorporation of technical indicators into the investment portfolio formation process effective? To address this, the article presents a comparison of two investment portfolios: the first is based exclusively on the fundamental analysis of assets, while the second combines fundamental analysis with the CRSI and MACD technical indicators to identify the optimal 30-day buying window following the date of the fundamental analysis. The study's data is drawn from the Russian stock market covering the period from April 2021 to May 2026. The objects of this research are the two investment portfolios formed during the study. The scientific novelty lies in the empirical data obtained, which demonstrate the effectiveness (or lack thereof) of applying the CRSI and MACD technical indicators alongside fundamental analysis to identify optimal periods for acquiring securities. The results of testing the two investment portfolios lead to the conclusion that for medium- and long-term investing (over 3 years), fundamental analysis methods prove to be the most effective on the Russian stock market. Furthermore, the application of the CRSI and MACD technical indicators negatively affected the overall investment performance.

Keywords: Fundamental analysis, technical analysis, investment portfolio, stock market, stocks, and investment assets.

References

1. Semenkova, E. V. Fundamental analysis in the securities market: a textbook for postgraduate, bachelor's and master's studies / E. V. Semenkova : Rusains Publishing House, 2024. – 280 p. – ISBN 978-5-466-03847-7. – Text : electronic.
2. Kuznetsov, B. T. Investment analysis: textbook and practice for universities / B. T. Kuznetsov. – 2nd ed., ispr. and add. – Moscow : Yurayt Publishing House, 2023. – 363 p. – ISBN 978-5-534-02215-5. – Text : electronic.
3. Ermolovskaya, O. Yu., Ivoilov, S. A., Mikheeva E.A. Approaches to the formation of an investment portfolio in modern conditions // Creative economy. – 2024. – Vol. 18. – No. 4. – pp. 865-888.
4. Un, K. S., Li, H. Technical Analysis and Stock Returns: An Aggregate Approach // SSRN Electronic Journal. – 2022. – p. 36.
5. Chen, Y., Fang, Y., Li, X., Wei, J. A factor pricing model based on double moving average strategy // Humanities and Social Sciences Communications. – 2023. – No. 10. – pp. 1-13.
6. Zubov, Ya. O. Analysis and evaluation of the effectiveness of investment strategies in the modern stock market of Russia // Bulletin of the Russian State University of Economics. The series "Economics. Management. The right." – 2022. – No. 3. – Part 2. – pp. 200-215.
7. Bondarev, D. S., Karataev, A. S. Assessment of volatility in the Russian stock market: an empirical analysis // Progressive Economics. – 2024. – No. 6. – pp. 43-56.
8. Melda, M., Mira, M., Nurlina, N. Analysis of the Effectiveness of RSI and MACD Indicators in Addressing Stock Price Volatility // Jurnal Penelitian Ilmu Ekonomi. – 2025. – № 15 (1). – Pp. 71-79.
9. Chio, P. T. A comparative study of the MACD-base trading strategies: evidence from the US stock market // arXiv preprint, arXiv:2206.12282.
10. Kang, B. K. Improving MACD Technical Analysis by Optimizing Parameters and Modifying Trading Rules: Evidence from the Japanese Nikkei 225 Futures Market // Journal of Risk and Financial Management. – 2021. – № 14 (1). – P. 21.
11. Xiao, H. RSI and MACD indicators integrated: evidence from S&P 500 and Li-Ning as an example // BCP Business and Management. – 2023. – No. 38. – Pp. 255-261.
12. Barroso, B. C., Cardoso, R. T. N., Melo, M. K. Performance analysis of the integration between Portfolio Optimization and Technical Analysis strategies in the Brazilian stock market // Expert Systems with Applications. – 2021. – № 186.
13. Japarkhanuly, O. J. Evaluation of the effectiveness of technical indicators in the short term stock forecast // Young Scientist. – 2025. – № 18 (569). – Pp. 7-12.

От риска к инвестиции: интегрированная система выбора методов защиты трубопроводов водоотведения от коррозии

Ткаченко Александр Зосимович
кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство», Институт строительства и архитектуры, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, aleks.tkachenko@gmail.com,

Мишкин Денис Владимирович
преподаватель, Высшая школа Управления природными ресурсами, Тихоокеанский государственный университет, 012438@togudv.ru

Коррозионная деградация инфраструктуры водоотведения создает значительные риски для техносферной безопасности и экономики муниципальных систем. В работе предложена интегрированная методология выбора оптимальных стратегий защиты трубопроводов, основанная на одновременном применении риск-ориентированного подхода и анализа жизненного цикла стоимости. На примере канализационной насосной станции Хабаровска, перекачивающей 195 тыс. м³ сточных вод в сутки и характеризующейся 65 % износом стальных трубопроводов, была продемонстрирована работа матрицы рисков, выявившей два источника недопустимого риска (25 баллов) и четыре источника высокого риска (16 баллов). На основе анализа жизненного цикла стоимости для четырех греческих городов (Салоники, Серры, Козани, Флорина) произведена экономическая оценка трех основных методов защиты: промывки высоким давлением, напыления гидроксида магния и замены на трубы из ПВХ. Установлено, что выбор метода защиты должен определяться не только техническим состоянием инфраструктуры, но и региональными особенностями, размером города и доступными финансовыми ресурсами. Комплексный подход позволяет муниципальным операторам принимать обоснованные решения, балансируя между требованиями надежности и экономической целесообразностью инвестиций.

Ключевые слова: техносферная безопасность, коррозия, трубопроводы водоотведения, риск-менеджмент, анализ жизненного цикла стоимости, методы защиты.

Введение

Системы водоотведения являются критической инфраструктурой, обеспечивающей санитарно-эпидемиологическое благополучие населения городов и поселений. Однако длительная эксплуатация, воздействие агрессивной среды и физический износ приводят к масштабной деградации этих систем. По оценкам мировых специалистов, годовые убытки от микробиологически вызванной коррозии составляют свыше 400 млн USD в Германии и более 100 млн USD в Великобритании. В Бельгии затраты на устранение последствий биокоррозии достигают 10 % от общих расходов на очистку сточных вод.

Традиционные подходы к управлению инфраструктурой, основанные на плановом профилактическом обслуживании, оказываются недостаточными для обеспечения надежности объектов в условиях интенсивной деградации. Современная инженерная практика требует применения двух дополняющих друг друга методологий: риск-ориентированной оценки надежности объектов и экономического анализа альтернативных методов защиты. Первый подход обеспечивает идентификацию критических ситуаций и приоритизацию вмешательства, второй позволяет оптимизировать инвестиции с учетом долгосрочных финансовых потоков и косвенных социальных издержек.

Эмпирическая база исследования включает два типа данных. Для риск-ориентированного анализа и инженерных расчётов использованы натурные измерения, выполненные авторами на главной канализационной насосной станции Хабаровска с учётом специфики умеренно-континентального климата и региональных социально-экономических условий. Для экономической оценки методов защиты использованы данные жизненного цикла стоимости, полученные в ходе натурных испытаний в четырёх греческих городах (Салоники, Серры, Козани, Флорина) [1]. Сочетание отечественного объекта для технического анализа и международных данных для экономического позволяет сформировать методологически полноценную систему принятия решений, применимую к широкому классу объектов водоотведения.

Целью настоящей работы является разработка интегрированной системы принятия решений по выбору методов защиты трубопроводов от коррозии, учитывающей как степень технического риска, так и экономическую целесообразность инвестиций в контексте различных региональных условий.

ФАКТОРЫ ДЕГРАДАЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Трубопроводы в системах водоотведения подвергаются одновременному воздействию множественных факторов разрушения, природа которых варьируется в зависимости от материала, конструкции и условий эксплуатации. Электрохимическая коррозия развивается вследствие наличия в канализационных стоках сероводорода, органических кислот, хлоридов и сульфатов. В условиях повышенной влажности и температурных колебаний эти вещества инициируют процессы окисления-восстановления на поверхности металла и железобетона. Сероводород, образующийся в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий, окисляется сульфурокисляющими микроорганизмами до серной кислоты, которая быстро разрушает как стальные трубопроводы, так и бетонные конструкции [3, 13].

Абразивный износ происходит вследствие механического воздействия твердых частиц, переносимых потоком сточных вод. Интенсивность этого процесса максимальна в местах изменения направления потока и в нижних участках трубопроводов, где происходит концентрация тяжелых фракций. Локальное истирание материала приводит к образованию зон повышенной уязвимости перед коррозионным воздействием [5, 6].

Подземные трубопроводы испытывают внешнее давление грунта и транспортных нагрузок, неравномерное распределение которых вызывает изгибающие напряжения и может привести к деформационным процессам. Температурные колебания обусловливают циклические напряжения в материале, способствующие развитию усталостных повреждений [9, 10, 11].

В реальных условиях эксплуатации все факторы действуют одновременно, создавая синергетический эффект, при котором скорость деградации превышает сумму воздействий отдельных факторов. На примере главной насосной станции Хабаровска, перекачивающей ежедневно 195 тыс. м³ сточных вод, наблюдается комбинированный эффект

коррозии и абразивного износа, приведший к снижению толщины стенок стальных трубопроводов с первоначальных 10 мм до 2,8 мм, что соответствует 65 % потери материала.

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Риск-ориентированный подход предусматривает систематизацию выявленных угроз и оценку их относительной значимости на основе двух ключевых параметров: вероятности возникновения нежелательного события и тяжести его последствий. Для каждого выявленного источника риска определяются численные значения в диапазоне от 1 до 5, отражающие соответственно очень низкую вероятность и очень высокую, а также незначительные и катастрофические последствия. Уровень риска рассчитывается как произведение этих двух параметров, что позволяет классифицировать риски на четыре категории: низкие (1-5 баллов), средние (6-12 баллов), высокие (13-20 баллов) и недопустимые (21-25 баллов).

Применение данной методологии к канализационной насосной станции Хабаровска выявило две группы критических рисков [2]. Недопустимый уровень (25 баллов) получили сценарии разрыва напорного коллектора вследствие коррозионного повреждения и синергетического воздействия коррозии, абразива и механических нагрузок. В первом случае потенциальные последствия включают полную остановку насосной станции, выброс 195 тыс. м³ неочищенных сточных вод в окружающую среду, загрязнение поверхностных вод и почвы, а также эпидемиологическую угрозу для населения. Четыре источника высокого риска (16 баллов), связанные с локальным разрушением участков трубопровода, образованием внутренних отложений и превышением допустимых напряжений, характеризуют состояние системы как деградирующее, при котором переход от высокого к недопустимому риску может произойти в течение одного-двух сезонов эксплуатации при отсутствии активных мер по управлению.

Инженерное обоснование критичности ситуации получено расчетом остаточной прочности трубопровода. Применение формулы для напряженного состояния цилиндрической оболочки с учетом фактического износа показало, что напряжения в стенке трубопровода достигают 120 МПа при допустимом значении 140 МПа для используемого материала, что соответствует 85,7 % от предельного напряжения. Таким образом, трубопровод находится в граничном состоянии, при котором любое дополнительное воздействие может вызвать катастрофический отказ.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ: ТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА

Промывка высоким давлением удаляет коррозионные отложения с внутренней поверхности трубопроводов и временно повышает pH поверхностного слоя материала. Однако долгосрочная эффективность данного метода ограничена, так как защитный эффект сохраняется от 2 недель до 4 месяцев, требуя повторного проведения процедуры. При анализе жизненного цикла стоимости в течение 50 лет экономическая оценка показала, что совокупные прямые затраты составляют 50-150 тыс. EUR на 1 км системы в зависимости от диаметра трубопровода. К этому необходимо добавить существенные косвенные издержки, возникающие в результате ежемесячных перекрытий дорог для проведения работ. В мегаполисе размером Салоник годовые косвенные издержки от нарушения транспортного сообщения достигают 15,67 млн EUR в течение 50 лет, что делает данный метод экономически неэффективным на долгосрочную перспективу.

Напыление гидроксида магния повышает pH поверхности бетона до значений около 9,5, эффективно противодействуя инициированию коррозионного процесса. При использовании адгезионных добавок покрытие остается стабильным на поверхности достаточное время, обеспечивая защиту в течение 10-15 лет до необходимости повторного напыления. Расчеты требуемого объема материала показывают, что для трубопровода диаметром 1 м и длиной 1 км требуется нанесение слоя толщиной 5 мм, что эквивалентно 23,55 тоннам гидроксида магния. Экономическая оценка для четырех греческих городов выявила, что совокупная стоимость жизненного цикла составляет 20-80 тыс. EUR/км в течение 50 лет [1]. В мегаполисах размером с Салоники данный метод остается более экономичным, чем ежемесячная промывка, но приближается по стоимости к одноразовой замене трубопровода при учете социальных издержек. Для средних и малых городов метод гидроксида магния обеспечивает оптимальный баланс между надежностью и стоимостью на период 15-30 лет.

Замена трубопроводов на трубы из поливинилхлорида обеспечивает полную защиту от коррозионных процессов и исключает необходимость проведения профилактических мер в течение 50 лет, являющихся максимальным расчетным сроком службы ПВХ [7, 12]. Однако первоначальные капитальные затраты составляют 361-569 тыс. EUR/км в зависимости от диаметра трубопровода, а косвенные издержки от длительного перекрытия дорог могут достигать 1-1,5 млн EUR дополнительно. Данный метод оправдан с экономической точки зрения либо при недопустимом уровне технического риска, либо при горизонте планирования 40-50 лет и наличии достаточного финансирования.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И АДАПТАЦИЯ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ

Выбор оптимальной стратегии защиты трубопроводов должен учитывать специфические условия конкретного региона, включая климатические факторы, масштаб территориального образования и имеющиеся финансовые ресурсы. В климатических условиях Хабаровска с интенсивными сезонными температурными колебаниями от -30°C до +30°C в стальных трубопроводах возникают циклические напряжения, усиливающие усталостные повреждения [8]. Переходы температур через 0°C инициируют дополнительные процессы замерзания-оттаивания в конденсированной влаге, содержащейся в стоках, что ускоряет разрушение защитных покрытий.

В средиземноморском климате греческих городов основным механизмом деградации является микробиологически вызванная коррозия, инициируемая образованием сероводорода при жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий. Относительно стабильные температурные условия снижают интенсивность циклических напряжений, но повышают скорость микробиологических процессов в условиях высокой влажности. Поэтому в греческих городах методы, направленные на повышение pH и ингибирование микробиологических процессов, такие как напыление гидроксида магния, демонстрируют большую эффективность.

Размер города и социально-экономический контекст также влияют на выбор метода защиты. В мегаполисах размером свыше 500 тыс. жителей любые плановые работы на магистральных коллекторах вызывают значительное нарушение городской жизнедеятельности, придавая большой вес косвенным социальным издержкам. Таким образом, для мегаполисов рекомендуется комбинированная стратегия, предусматривающая применение методов защиты на период 10-15 лет с последующей планомерной заменой трубопроводов при благоприятных условиях и минимальном социальном дискомфорте. В средних городах размером 50-200 тыс. жителей возможность проведения работ с меньшим нарушением социальной жизни позволяет в большей мере опираться на экономический анализ при выборе метода защиты. Для малых поселков размером менее 20 тыс. жителей прямая замена трубопроводов на ПВХ может быть осуществлена при наличии финансирования с минимизацией социального воздействия.

СИНТЕЗ ПОДХОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ СТРАТЕГИИ

Интегрированный подход к управлению коррозией требует дифференцированного применения риск-ориентированной и экономической методологий в зависимости от конкретной ситуации. Для систематизации принятия решений предложена матрица выбора оптимальной стратегии, учитывающая два ключевых параметра: уровень технического риска (по классификации матрицы рисков) и категорию муниципального образования (по численности населения и финансовому потенциалу).

Таблица 1

Матрица выбора оптимальной стратегии защиты трубопроводов

Уровень риска	Мегаполис (>500K)	Средний город (50-200K)	Малый город (<20K)
Недопустимый (25 баллов)	Немедленная замена критических участков на ПВХ + параллельное внедрение мониторинга давления и вибрации	Срочная диагностика + внедрение системы контроля + планирование замены на 3 года	Экстренная замена всей системы или критических участков на ПВХ
Высокий (16 баллов)	MHS напыление (10-15 лет) + фазированная замена ПВХ на период 15-25 лет	MHS напыление (15-20 лет) + планомерная замена на период 20-30 лет	Прямая замена на ПВХ при наличии бюджета, иначе MHS
Средний (6-12 баллов)	MHS напыление (ежегодно) + мониторинг + локальный ремонт	MHS напыление (ежегодно) + мониторинг + локальный ремонт	Периодическое напыление MHS или промывка (квартальная)
Низкий (1-5 баллов)	Плановое обслуживание + мониторинг	Плановое обслуживание + мониторинг	Плановое обслуживание

Примечание к таблице 1: MHS — напыление гидроксида магния; K — тысяча жителей (peak population equivalent); ПВХ — трубы из поливинилхлорида

Когда техническое состояние инфраструктуры характеризуется недопустимым уровнем риска (25 баллов) с высокой вероятностью аварии в течение 1-3 лет, приоритет отдается технической безопасности. В таких случаях необходимо провести экстренную диагностику с использованием методов ультразвукового контроля и видео-зондирования [4], немедленно заменить критические участки трубопроводов и внедрить систему мониторинга с датчиками давления, температуры и вибрации для оперативного выявления дальнейшего развития аварийных ситуаций. Для мегаполисов (пример: Хабаровск) замена может проводиться фазированно для минимизации социального воздействия.

При наличии высокого риска (16 баллов) с вероятностью критических ситуаций в течение 3-10 лет рекомендуется усиленный контроль технического состояния и планирование замены на среднесрочный период. Экономический анализ на данном этапе становится важным инструментом оптимизации выбора между альтернативными методами защиты, так как имеется достаточно времени для их апробации и накопления опыта перед принятием необратимого решения о замене.

Когда уровень риска классифицируется как средний (6-12 баллов), преобладающее значение приобретает экономический анализ. В этих условиях система функционирует с удовлетворительной надежностью на период 10-30 лет, что позволяет операторам инфраструктуры выбрать наиболее экономически эффективный метод защиты с учетом прямых затрат, операционных расходов и косвенных социальных издержек.

Таблица 2
Сравнение методов защиты по экономическим показателям (EUR/км, 50 лет)

Метод защиты	Прямые затраты	Социальные издержки	NPV итого	Эффективность
Промывка высоким давлением (Салоники)	50,000–150,000	15,670,000	15,720,000–15,820,000	Очень низкая
MHS напыление (Салоники)	20,000–80,000	802,969	822,969–882,969	Очень высокая
MHS напыление (Козани)	15,000–50,000	108,735	123,735–158,735	Очень высокая
Замена на ПВХ (Салоники, диаметр 1000 мм)	569,320	1,468,845	2,038,165	Средняя (долгосроч.)
Замена на ПВХ (Козани, диаметр 250 мм)	361,567	265,208	626,775	Средняя (долгосроч.)

Примечание к таблице 2: NPV — чистая приведенная стоимость; показатели скорректированы по социальным издержкам (нарушение транспортного сообщения); расчетный период 50 лет; инфляция 0,9-1,6%, ставка дисконтирования 3%

Практическое применение интегрированного подхода предусматривает три основных варианта комбинированных стратегий. Стратегия временного отсрочивания предполагает проведение в течение 10 лет защитных мер методом напыления гидроксида магния с совокупными затратами 20-50 тыс. EUR/км, последующие 10-15 лет интенсивного мониторинга и селективного ремонта критических участков, и наконец, полную замену инфраструктуры в период 25-50 лет. Такой подход позволяет операторам с ограниченным бюджетом распределить инвестиции во времени и избежать единовременного финансового бремени.

Альтернативная стратегия фазированной замены предусматривает квартальную диагностику и приоритизацию всех участков по уровню риска, последующую замену в течение 1-3 лет критических участков (классифицированных как недопустимый риск), замену высокорисковых участков в период 4-10 лет, и планомерную замену среднерисковых участков в период 10-25 лет по мере поступления бюджетных средств.

Третья стратегия долгосрочного управления предусматривает постоянное напыление гидроксида магния с периодичностью один раз в год, регулярный мониторинг технического состояния с интервалом квартально, оперативный ремонт свежих дефектов по мере их выявления, и постепенную замену при появлении критических участков с недопустимым уровнем риска. Данная стратегия пригодна для муниципальных систем с ограниченным и нестабильным бюджетом, но требует постоянного контроля и оперативного реагирования.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты позволяют сформулировать три принципиальных вывода. Во-первых, экономическая эффективность метода защиты не является абсолютной характеристикой: один и тот же метод может быть оптимальным для малого города и неприемлемым для мегаполиса. Во-вторых, косвенные социальные издержки (нарушение транспортного сообщения) в крупных городах нередко превышают прямые затраты на защитные работы, что принципиально меняет расстановку приоритетов. В-третьих, уровень технического риска должен выступать ограничивающим условием при выборе стратегии: при недопустимом риске экономическая оптимизация уступает первенство требованиям безопасности [2, 13].

Напротив, напыление гидроксида магния обеспечивает радикальное снижение стоимости жизненного цикла до 0,8-0,9 млн EUR за 50 лет в мегаполисах и до 0,12-0,16 млн EUR в городах среднего размера. Это объясняется трехкратным увеличением интервала между операциями (с 2-4 месяцев до 10-15 лет) и значительным снижением косвенных издержек вследствие снижения частоты дорожных работ. Более того, полученные данные указывают на то, что в условиях климатически однородных городов метод гидроксида магния демонстрирует линейное масштабирование затрат с размером трубопровода, что позволяет с высокой достоверностью прогнозировать затраты для новых объектов на основе данных по диаметру трубы.

Однако применение метода напыления гидроксида магния имеет объективные ограничения, связанные с его временной эффективностью (10-15 лет защиты). Данный факт указывает на то, что этот метод должен рассматриваться как переходное решение, а не как окончательная защита. Для систем в условиях высокого или недопустимого уровня риска использование метода MHS в качестве единственной меры неприемлемо, и должно сочетаться с активной системой мониторинга и планированием замены инфраструктуры [14].

Анализ матрицы выбора (Таблица 1) показывает явную зависимость оптимальной стратегии от категории города. В мегаполисах высокие социальные издержки делают необходимым применение комбинированных стратегий с фазированием работ. В городах среднего размера возможна большая гибкость в выборе между методами. В малых городах экономика часто склоняет к прямой замене на ПВХ при наличии финансирования. Данное наблюдение подчеркивает, что универсального оптимального решения не существует, и выбор метода защиты должен основываться на комбинированной оценке технического состояния, категории города и доступных финансовых ресурсов.

Техническая сторона проблемы, продемонстрированная на примере Хабаровска, показывает, что расчет остаточной прочности трубопровода является критически важным инструментом для определения срочности вмешательства. Когда коэффициент запаса прочности приближается к 1,17 (как в случае Хабаровска), система находится в граничном состоянии и требует немедленного действия. Однако такая оценка не может служить единственным основанием для выбора метода защиты, так как недопустимый риск может быть обусловлен не только недостаточностью запаса прочности по основному материалу, но и локальными дефектами, внутренними отложениями, неравномерностью коррозионного воздействия и другими факторами.

Синергетический эффект интеграции риск-менеджмента и экономического анализа заключается в том, что риск-ориентированный подход выявляет ситуации, требующие немедленного вмешательства, а экономический анализ позволяет выбрать наиболее эффективный способ вмешательства с учетом долгосрочных последствий. Без такой интеграции операторы инфраструктуры могут принять несоответствующие решения, либо перестраховываясь и выполняя дорогостоящие работы при низком техническом риске, либо экономя на защите при высоком риске.

Заключение

Интегрированный подход к управлению деградацией инфраструктуры водоотведения, объединяющий риск-ориентированную оценку техносферной безопасности с экономическим анализом методов защиты, обеспечивает систематическое выявление критических рисков, приоритизацию вмешательства и оптимизацию инвестиций с учетом имеющихся ресурсов и региональных условий. Практические результаты исследования показывают, что напыление гидроксида магния представляет оптимальный метод для большинства муниципальных систем на среднесрочный период 10-30 лет, обеспечивая баланс между надежностью и экономической целесообразностью. Однако для критически изношенных систем с недопустимым уровнем технического риска необходимо приоритизировать немедленное вмешательство, даже при высоких затратах, поскольку последствия аварии могут быть несоизмеримо выше затрат на профилактические меры.

Предложенная методология может быть адаптирована к различным региональным и климатическим условиям и использована для разработки долгосрочных стратегических программ модернизации инфраструктуры водоотведения в различных муниципальных образованиях. Дальнейшее развитие исследований должно быть направлено на интеграцию системы мониторинга в реальном времени с прогностическими моделями развития коррозионных процессов, что позволит операторам инфраструктуры принимать более точные и обоснованные решения по управлению рисками.

Литература

1. Fytianos G. et al. Least cost analysis for biocorrosion mitigation strategies in concrete sewers //Sustainability. – 2020. – Т. 12. – №. 11. – С. 4578.
2. Мишкин Д. В. Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности канализационных насосных станций // МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ, 2025. №12(162), с. 1-10.
3. Лапшакова И., Асташина М. Основы коррозии и защита объектов водоснабжения и водоотведения. – Litres, 2023.
4. Коринько И. В. и др. Разработка и апробация комплексной неразрушающей диагностики эксплуатационной надежности и экологической безопасности систем водоотведения //Коммунальное хозяйство городов. – 2007. – №. 74. – С. 53-58.
5. Кузнецова А. А., Никулина О. А. Защита от коррозии трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения //Инновации молодых-развитию сельского хозяйства. – 2021. – С. 281-288.
6. Апалькова Л. В., Чайкина Е. Е. КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ РЕМОНТНОЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНННЫХ ВОДООТВОДЯЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ //Образование, наука, производство. – 2015. – С. 1178-1182.
7. Чичигинарова С. И., Волкова Ю. В. ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ //Неделя науки ИСИ. – 2021. – С. 207-209.
8. Карпухина Т. В., Галкина А. А., Альтхмнче А. Повышение эффективности коррозионной защиты подземной части магистрального трубопровода //Сборник трудов I научно-технической конференции студентов и аспирантов с международным участием. – 2021. – С. 220.
9. Parker M., Peattie E. G. Pipeline Corrosion and Cathodic Protection: A Practical Manual for Corrosion Engineers, Technicians, and Field Personnel. – Gulf Professional Publishing, 1984.
10. Ivanik S. A., Lyubin E. A. Chemical and electrochemical methods of protection from corrosion of gas and oil pipelines pipelinesand storage tanks //International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM. – 2017. – Т. 17. – №. 1.4. – С. 579-584.
11. Iskanderov R. A., Mammadova L. H., Sariyeva A. S. Stability and Protection of Drainage Pipelines from Environmental Influences //International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE). – №. 64. – С. 128-137.
12. Benedict R. L. Corrosion protection of concrete cylinder pipe //CORROSION 1989. – Association for Materials Protection and Performance, 1989. – С. 1-38.
13. Hussein Farh H. M. et al. Analysis and ranking of corrosion causes for water pipelines: A critical review //NPJ Clean Water. – 2023. – Т. 6. – №. 1. – С. 65.
14. Roychand R. et al. Development of zero cement composite for the protection of concrete sewage pipes from corrosion and fatbergs //Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – Т. 164. – С. 105166.

From risk to investment: an integrated decision-making system for selecting corrosion protection methods for wastewater pipelines

Tkachenko A.Z., Mishkin D.V.
Far Eastern State Transport University

The corrosive degradation of wastewater disposal infrastructure poses significant risks to technosphere safety and the economy of municipal systems. The paper proposes an integrated methodology for selecting optimal pipeline protection strategies based on the simultaneous application of a risk-based approach and cost lifecycle analysis. Using the example of the Khabarovsk sewage pumping station, pumping 195 thousand tons. m3 of wastewater per day and characterized by 65% wear on steel pipelines, the work of the risk matrix was demonstrated, which identified two sources of unacceptable risk (25 points) and four sources of high risk (16 points). Based on the cost life cycle analysis for four Greek cities (Thessaloniki, Serra, Kozani, Florina), an economic assessment was made of three main protection methods: high-pressure flushing, magnesium hydroxide spraying and replacement with PVC pipes. It is established that the choice of protection method should be determined not only by the technical condition of the infrastructure, but also by regional peculiarities, the size of the city and available financial resources. An integrated approach allows municipal operators to make informed decisions, balancing the requirements of reliability and the economic feasibility of investments.

Keywords: technosphere safety, corrosion, wastewater pipelines, risk management, cost life cycle analysis, protection methods.

References

1. Fytianos G. et al. Least Cost Analysis for Biocorrosion Mitigation Strategies in Concrete Sewers // Sustainability. – 2020. – Vol. 12. – No. 11. – P. 4578.
2. Mishkin D. V. Risk-Oriented Approach to Ensuring Safety of Sewage Pumping Stations // INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL. – 2025. – No. 12(162). – Pp. 1–10.
3. Lapshakova I., Astashina M. Fundamentals of Corrosion and Protection of Water Supply and Sewerage Infrastructure. – Litres, 2023.
4. Korinko I. V. et al. Development and Testing of Comprehensive Non-Destructive Diagnostics for Operational Reliability and Environmental Safety of Sewerage Systems // Municipal Economy of Cities. – 2007. – No. 74. – Pp. 53–58.
5. Kuznetsova A. A., Nikulina O. A. Corrosion Protection of Pipelines in Water Supply and Sewerage Systems // Youth Innovations for Agricultural Development. – 2021. – Pp. 281–288.
6. Apalkova L. V., Chaikina E. E. Corrosion-Resistant Repair and Protective Coatings for Reinforced Concrete Drainage Pipelines // Education, Science, Production. – 2015. – Pp. 1178–1182.
7. Chichiginova S. I., Volkova Yu. V. Polymer Pipelines of Sewerage Systems in Permafrost Conditions // ISI Science Week. – 2021. – Pp. 207–209.
8. Karpukhina T. V., Galkina A. A., Althmanche A. Improving the Efficiency of Corrosion Protection for Underground Sections of Main Pipelines // Proceedings of the I Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduates with International Participation. – 2021. – P. 220.
9. Parker M., Peattie E. G. Pipeline Corrosion and Cathodic Protection: A Practical Manual for Corrosion Engineers, Technicians, and Field Personnel. – Gulf Professional Publishing, 1984.
10. Ivanik S. A., Lyubin E. A. Chemical and Electrochemical Methods for Corrosion Protection of Gas and Oil Pipelines and Storage Tanks // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM. – 2017. – Vol. 17. – No. 1.4. – Pp. 579–584.
11. Iskanderov R. A., Mammadova L. H., Sariyeva A. S. Stability and Protection of Drainage Pipelines from Environmental Influences // International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering (IJTPE). – No. 64. – Pp. 128–137.
12. Benedict R. L. Corrosion Protection of Concrete Cylinder Pipe // CORROSION 1989. – Association for Materials Protection and Performance, 1989. – Pp. 1–38.
13. Hussein Farh H. M. et al. Analysis and Ranking of Causes of Corrosion in Water Pipelines: A Critical Review // NPJ Clean Water. – 2023. – Vol. 6. – No. 1. – P. 65.
14. Roychand R. et al. Development of Zero-Cement Composite for Protection of Concrete Sewage Pipes Against Corrosion and Fatbergs // Resources, Conservation and Recycling. – 2021. – Vol. 164. – P. 105166.

Инвестиционный потенциал рынка меди

Сорокин Никита Дмитриевич
магистрант, факультет государственного управления, МГУ имени М.В. Ломоносова, nik.sorokin.2002@bk.ru

Актуальность. В условиях глобальной трансформации мировой экономики, вызванной цифровизацией и энергетическим переходом, медь приобретает статус стратегического ресурса, критически значимого для развития возобновляемой энергетики, электротранспорта и цифровой инфраструктуры. При этом рынок меди характеризуется нарастающим структурным дисбалансом между устойчиво растущим спросом и инерционным предложением, что формирует риски ценовой волатильности и дефицита для отраслей-потребителей. Данное исследование восполняет потребность в комплексном анализе факторов, определяющих развитие мирового рынка меди, и обосновании инвестиционных стратегий и инновационных подходов для ключевых акторов в новых экономических реалиях.

Цель исследования заключается в анализе развития мирового рынка меди с позиций инвестиционной привлекательности и инновационных изменений в отрасли и в разработке рекомендаций для его участников (производителей, потребителей, инвесторов, регулирующих органов), функционирующих в условиях прогнозируемого структурного дефицита.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: исследовать теоретические основания развития мирового рынка меди; проанализировать его текущее состояние и динамику цен; выявить и систематизировать ключевые экономические, политические, технологические и экологические факторы, влияющие на отраслевую конъюнктуру; определить сильные и слабые стороны развития рынка меди на современном этапе и предложить практические инвестиционные рекомендации по минимизации рисков для различных групп стейкхолдеров.

Результаты исследования. На основе анализа данных International Copper Study Group (ICSG), LME и прогнозов ведущих аналитических агентств (Goldman Sachs, Fitch Solutions) выявлено, что мировой рынок меди вступает в фазу хронического дефицита (прогнозируемый разрыв между спросом и предложением к 2030 г. достигнет 1,84 млн тонн), обусловленного длительными инвестиционными циклами в добыче (15–25 лет), снижением качества руды и геополитической нестабильностью в ключевых странах-производителях. Установлено, что цифровизация и энергопереход выступают драйверами структурного спроса, в то время как предложение ограничено высокой концентрацией производства и экологическими требованиями. Предложены дифференцированные стратегии для участников рынка: производителям рекомендована диверсификация в глубокую переработку и формирование стратегических альянсов; потребителям — переход на долгосрочные контракты и ужесточение входного контроля качества; инвесторам — ребалансировка портфелей с учетом долгосрочных структурных детерминант и включение в портфели компаний, внедряющих инновационные технологии добычи и переработки, и рассмотрение медных ETF как инструмента диверсификации; регуляторам — учет трансформации меди из циклического товара в стратегический ресурс при формировании промышленной политики.

Ключевые слова: мировой рынок меди, глобальная трансформация, энергопереход, структурный дефицит, инновации, управление рисками, стратегии адаптации, декарбонизация, цветная металлургия.

Введение

Рынок меди является динамичной и сложной системой, которая выступает одним из центральных элементов развития промышленности и технологий. В настоящее время современная мировая экономика переживает этап глобальной трансформации: под влиянием инновационных технологий и новых акторов — от транснациональных корпораций до децентрализованных сетей — традиционные рынки видоизменяются и адаптируются к новым реалиям. Для инвестиционного сообщества это означает как появление новых точек роста, так и необходимость пересмотра подходов к оценке активов в сырьевом секторе. При этом медь все чаще рассматривается не просто как биржевой товар, а как «зеленый» актив, способный выступать хеджем против инфляции и обеспечивать долгосрочную доходность в портфелях, ориентированных на энергопереход.

Одной из ключевых тенденций глобальной трансформации мировой экономики исследователи называют технологические сдвиги, под которыми понимают цифровую трансформацию сферы, при которой новейшие информационные технологии позволяют обеспечить автоматизацию бизнес-процессов, роботизацию производства и логистики, интеллектуализацию управления, повышая тем самым эффективность предпринимательской деятельности [1]. Технологические трансформации существенно влияют на эволюцию управленческих практик в промышленных компаниях. Цифровизация охватывает операционные функции, корпоративные стратегии и маркетинговые подходы, способствуя созданию инновационных цифровых продуктов, успех которых на рынке зависит от компетенций руководителей в этой сфере [2]. Данные изменения напрямую отражаются и на глобальных экономических трендах, стимулируя возникновение перспективных секторов и рынков, где традиционные модели бизнеса уступают место платформенным структурам. Кроме того, технологические инновации воздействуют на глобальную экономику посредством эволюции финансовых инструментов, радикально меняющих структуру международных платежных систем. Ключевые направления этой трансформации включают внедрение цифровых расчетов (например, через сеть SWIFT), рост транзакций с использованием безналичных расчетов, интеграцию криптоактивов в трансграничные операции и развитие онлайн-страхования. Упомянутые факторы ускоряют внешнеторговые и межкорпоративные взаимодействия, обеспечивая выполнение платежей между контрагентами из разных юрисдикций в течение одного бизнес-дня с минимальными комиссионными расходами. В контексте мирового рынка меди такие сдвиги проявляются в цифровизации торговых платформ (LME Digital, CME Group), блокчейн-трассировке поставок сырья для прозрачности цепочек, алгоритмической торговле фьючерсами и смарт-контрактах для автоматизации сделок, что снижает издержки логистики и повышает ликвидность рынка [3]. Для инвесторов цифровая инфраструктура рынка снижает операционные риски и повышает скорость реакции на ценовые сигналы, открывает доступ к новым производным инструментам, таким как биржевые фонды (ETF) на медь, которые набирают популярность среди институциональных игроков.

Отдельно в научной литературе отмечается и то, что в последние десятилетия глобальная экономика претерпевает глубокие изменения под влиянием энергоперехода — стратегического сдвига к новым источникам энергии, радикально меняющего структуру энергобаланса и всей системы производства [4]. Исторически такие переходы (от биомассы к углю, затем к нефти и газу) сопровождались технологическими прорывами, такими как паровые машины и двигатели внутреннего сгорания. Современный этап, обусловленный климатической повесткой Парижского соглашения 2015 г., акцентирует «зеленый» переход к нетрадиционным возобновляемым источникам энергии — солнцу, ветру, атомной энергии и электромобилям с приоритетом углеродной нейтральности. Применительно к мировому рынку меди данная тенденция оказывает значительное влияние на рост спроса на медь как ключевой материал для ветровых турбин, солнечных панелей, электросетей и аккумуляторов [5]. Компания BHP подсчитала, что инвестиции в добычу меди в условиях реализации энергоперехода к 2030 г. должны вырасти как минимум в 13 раз, с 20 до 250 млрд долл. При этом, по мнению BHP, на текущий момент возможностей для такого количества инвестиций не просматривается, а для их привлечения необходимо создать специальные фискальные и регуляторные условия [6]. Замена при производстве батарей одних металлов на другие, более доступные, с сохранением эквивалентных ха-

рактеристик при нынешнем уровне развития технологий практически невозможна, что делает медь незаменимым объектом для долгосрочных вложений.

В контексте тенденций глобальной трансформации мировой экономики необходимо упомянуть и структурные сдвиги промышленности как одну из важнейших тенденций развития. Мировая экономика функционирует как замкнутая система ресурсопотребления в пределах земной поверхности, где производство представляет собой преобразование ограниченных природных запасов в товары для человеческих нужд. Осмысление этой системы началось с эпохи становления глобальной промышленности и торговли, когда хозяйственная деятельность ограничилась планетарными масштабами, порождая конфликты за ресурсы между государствами и частными структурами. Государства и предприятия выступают открытыми системами, импортирующими сырье и экспортирующими продукцию на глобальные рынки, тогда как экономический закон неравномерного развития обеспечивает преимущества лишь определенным территориям с благоприятным климатом, богатыми недрами, высоким интеллектуальным капиталом и географическим положением, стимулируя специализацию, обмен и современную торговлю. «Промышленный пояс» вокруг земного шара, в котором все более сосредотачивается промышленное производство, охватывает наиболее благоприятные с позиций климатических условий страны. Промышленное производство возникло около 350 лет назад в Северной Европе, затем распространилось в США и Восточную Европу, а за последние 30–50 лет доминирование перешло к азиатскому региону (Китай, Индия, Иран). По мнению В.А. Осипова, инициатива Китая «Один пояс — один путь», вероятно, учитывает эти тенденции глобального экономического развития, позиционируя периферийные страны за пределами промышленного пояса в роли ресурсных кластеров [7]. Для инвесторов это означает необходимость учитывать региональные риски и диверсифицировать вложения по цепочке создания стоимости, отдавая предпочтение проектам с высокой степенью технологической готовности.

Особенности и факторы мирового рынка меди

При анализе особенностей рынка меди как товарного рынка необходимо отдельно упомянуть, что металлы подразделяются на ключевые группы в зависимости от их физических и химических параметров. Важной особенностью является тот факт, что цены на цветные металлы волатильны. Это связано с тем, что основные цветные металлы являются биржевым товаром, и цены на них устанавливаются на мировых товарных биржах. Главной биржей по продаже цветных металлов выступает Лондонская биржа металлов (LME) [8]. Для инвесторов волатильность создает как возможности для краткосрочной торговли, так и риски, требующие хеджирования, при этом использование опционов и фьючерсов становится стандартным элементом риск-менеджмента.

Рынок меди имеет специфические особенности: спрос на медь растет быстрее, чем предложение, что приводит к дефициту. По прогнозам, в 2026 году ожидается дефицит в 150 тыс. тонн рафинированной меди [9]. Например, введение в эксплуатацию новых шахт и перерабатывающих заводов и сокращение производственных мощностей занимают продолжительное время, из-за чего рынок не способен оперативно реагировать на изменения. Курс доллара также влияет на цену: его укрепление снижает привлекательность меди для держателей других валют [10].

Непосредственное влияние на спрос оказывает внедрение новых технологий, в том числе в других сферах. На текущий момент страны осуществляют энергетический переход к экологическим технологиям, однако оборудование для возобновляемой энергетики требует большего количества меди. Международное энергетическое агентство прогнозирует, что к 2030 году спрос на медь возрастет на 50 процентов [5]. Развитие технологий происходит в сфере добычи и переработки меди. Инновации в переработке становятся ключевым фактором инвестиционной привлекательности проектов, особенно в условиях снижения содержания металла в руде.

Помимо влияния экономических факторов, на рынок меди воздействуют различные политические факторы, оказывающие как прямое, так и косвенное влияние. Государственная политика и роль страны на международной арене оказывают значительное воздействие на цену, на спрос и предложение меди. Политическая нестабильность в странах-производителях и торговые ограничения создают дополнительные риски, которые инвесторы должны учитывать через премию за риск.

Ужесточение экологических требований и введение углеродного налога повышают себестоимость добычи в ключевых странах-производителях [13]. Политическая стабильность — гарант устойчивого развития любого рынка, в том числе и рынка меди, причем ее влияние распространяется и на другие факторы. Развитие добывающей компании требует значительных инвестиций и длительного периода становления, что повышает риски вложений в отрасль.

Субъекты, география и технология производства

В качестве основных субъектов, действующих на международном рынке меди, можно выделить производителей, потребителей, трейдеров, дистрибьюторов и контролирующие органы [5]. Международный рынок меди обладает высокой степенью концентрации: небольшое количество крупных компаний контролирует весь рынок добычи и сбыта ресурса. Продолжительный период времени сверхдержавой на рынке считается Чили, в которой сконцентрировано самое большое количество шахт по добыче. Согласно статистическим данным, среди крупных месторождений чилийские и перуанские объекты составляют более половины [13]. Крупнейшие месторождения сосредоточены в Чили, Перу и США. При рассмотрении географической сегментации регион Латинской Америки выступает в качестве основного экспортера и производителя меди. Таким образом, ключевой спецификой рынка меди является устоявшаяся структура производителей по странам.

Основные регионы по потреблению сформировались в зависимости от секторов, в которых медь используется наиболее активно. Ключевыми потребителями меди являются строительная отрасль, электротехника и электроника, транспортный сектор и возобновляемая энергетика. Ключевым потребителями являются компании, связанные со строительством, электротехникой, транспортом и возобновляемой энергетикой [5].

Помимо отраслевого распределения, в структуре мирового спроса можно выделить макроэкономические факторы. Основными потребителями меди выступают страны Азии, в частности Китай и Индия. Крупнейшим импортером меди остается Китай (около 73 млрд долл. В 2024 году) [15]. Функционирование рынка и взаимодействие между потребителями и производителями обеспечивают трейдеры и дистрибьюторы. Они поддерживают ликвидность рынка, оптимизируют цепочки поставок и снижают риски, связанные с волатильностью цен и международными перевозками. Трейдеры используют арбитраж, хеджирование и управление запасами для снижения рисков [16].

Регулирование международного рынка меди осуществляется через международные организации и национальные органы. Современный глобальный рынок меди структурирован вокруг ключевых биржевых площадок, которые выполняют функции ценового бенчмаркинга, хеджирования рисков и стандартизации качества. Среди них доминирующее положение занимает Лондонская биржа металлов, где более половины фьючерсных контрактов на медь служат основой для определения справочных цен. Унификация условий торговли на Лондонской бирже металлов позволяет участникам рынка — от производителей до трейдеров — проводить объективные сопоставления ценовых условий на трансграничном уровне, минимизируя асимметрию информации [3].

Глобальный выпуск рафинированной меди первичного и вторичного происхождения достигает 15-16 млн тонн ежегодно. Современное промышленное производство меди базируется на переработке рудного сырья с концентрацией целевого металла 1-6% и вторичных ресурсов — металлолома и отходов сплавов. Прогрессирующее истощение месторождений привело к радикальному снижению требований к минимальному содержанию экономически извлекаемого компонента: если промышленная эксплуатация месторождений XIX столетия ориентировалась на залежи с 6-9% полезного элемента, то в настоящее время 5%-ное содержание расценивается как исключительно высокое. Металлургические предприятия множества государств осваивают технологии рентабельной переработки бедных руд, концентрация меди в которых не превышает 0,5%, что отражает нарастающий дефицит этого стратегически важного цветного металла в глобальном масштабе [17]. Именно инновационные технологии переработки бедных руд становятся новой точкой притяжения инвестиций. Параллельно набирает силу направление «городской добычи» — извлечение меди из электронных отходов, что позволяет снизить зависимость от первичного сырья и уменьшить углеродный след. Стартапы, разрабатывающие эффективные методы гидрометаллургической и биовыщелачивающей переработки техногенного сырья, уже привлекают венчурное финансирование, и этот тренд будет усиливаться по мере удорожания традиционной добычи.

Современная металлургия использует пиро- и гидрометаллургические методы, причем инновации в этих процессах позволяют снижать себестоимость и соответствовать экологическим стандартам [17]. Внедрение инновационных энергоэффективных технологий плавки, например, с использованием автогенных процессов и утилизации тепла, может существенно повысить маржинальность проектов и снизить выбросы CO_2, что особенно важно в условиях ужесточения ESG-требований со стороны инвесторов.

Динамика, прогнозы и структурный дефицит

Динамика цен определяется сочетанием торговых пошлин, геополитики, долгосрочного дефицита предложения и структурного спроса от энергоперехода и китайским фактором [9]. Для инвесторов это означает, что длинная позиция в меди и акциях горнодобывающих компаний остается стратегически оправданной, а структурный дефицит создает благоприятный ценовой тренд на горизонте 5–10 лет.

Рисунок 1 Динамика цен на медь за последние четыре года
Источник *Составлен автором на основании данных НКР. Рынок меди.*

По данным Trading Economics на 1 квартал 2026 года цена меди составляла $13 150 за тонну. В Лондонской бирже металлов (LME) она достигла исторического максимума. По прогнозу аналитической компании «Эйлер», в 2026 году средняя цена на медь на мировом рынке может вырасти на 24% к уровню 2025 года [18]. В 2024–2025 годах котировки меди стабильно увеличивались. Среди ключевых факторов, определяющих рост цен, эксперты выделяют: дисбаланс между спросом и предложением; ограничение поставок из ведущих стран-производителей; политику торговых барьеров; валютные и макроэкономические условия. По мнению инвестиционного аналитика «Альфа-Инвестиций» Дарьи Федоровой, главная тема на рынке меди в 2026 году — возможные пошлины на импорт рафинированной меди в США, который составляет около 3% мирового производства [18].

Согласно ICSG, профицит 2025 года (178 тыс. т) сменится дефицитом в 2026 году (150 тыс. т), а с учетом аварий на месторождениях Грасберг и Камоа-Какула разрыв может вырасти до 250–300 тыс. т [9]. Это создает окно возможностей для инвестиций в альтернативные проекты, инновационные методы добычи и стимулирует рост вложений в научно-исследовательские работы, направленные на повышение коэффициента извлечения металла из уже эксплуатируемых месторождений.

Таблица 1
Прогноз мирового производства и потребления рафинированной меди по данным ICSG

Параметр	*2025 год*	*2026 год (прогноз)*
Производство рафинированной меди	*+3,4 % (до 28,3 млн т)*	*+0,9 % (до 28,6 млн т)*
Потребление рафинированной меди	*+3,0 % (до 28,1 млн т)*	*+2,1 % (до 28,7 млн т)*
Баланс рынка	*Профицит 178 тыс. т*	*Дефицит 150 тыс. т*

Источник *Составлено автором на основе данных Коммерсант*

Ожидается устойчивое увеличение глобального потребления, обусловленное декарбонизацией экономики, процессами урбанизации и расширением инфраструктуры дата-центров. Китай, абсорбирующий 58% мирового объема, демонстрирует прогнозируемый прирост потребления на уровне 1% к 2026 году. Долгосрочные прогнозы (Goldman Sachs, Fitch Solutions) подтверждают устойчивый рост спроса за счет энергоперехода и урбанизации. Эксперты фиксируют качественное изменение статуса меди: из традиционного циклического товара она эволюционирует в стратегический ресурс. При сохранении текущих темпов капиталовложений в разведку месторождений и развитие производственных мощностей структурный дефицит приобретет устойчивый характер. Для инвестиционных портфелей это означает, что медь переходит из разряда тактических сырьевых активов в категорию стратегических долгосрочных вложений, сопоставимых с золотом и редкоземельными металлами. При этом особую ценность приобретают компании, которые не только добывают, но и активно внедряют инновационные перерабатывающие решения, позволяющие снизить себестоимость и соответствовать ESG-стандартам.

Заключение

Проведенный анализ динамики цен и баланса спроса и предложения позволяет сделать ряд обобщающих выводов относительно текущего состояния и перспектив мирового рынка меди в условиях глобального энергоперехода.

Установлено, что в первом квартале 2026 года цена меди достигла исторического максимума в $13 150 за тонну на Лондонской бирже металлов (LME), при этом аналитики прогнозируют ее дальнейший рост на 24% в среднегодовом выражении к уровню 2025 года. Выявлено, что ключевыми факторами ценовой динамики выступают: дисбаланс между спросом и предложением, ограничение поставок из ведущих стран-производителей, политика торговых барьеров, валютные и макроэкономические условия. Показано, что ослабление курса доллара дополнительно стимулирует спрос на медь, делая ее более привлекательной для держателей других валют.

На основе прогнозов ICSG установлено, что глобальный рынок рафинированной меди переживает кардинальную трансформацию конъюнктуры: ожидаемое избыточное предложение текущего года (профицит 178 тыс. тонн) сменится дефицитом в следующем периоде (150 тыс. тонн в 2026 году). Принципиально важным результатом является то, что данный разворот обусловлен не только структурной интенсификацией потребительского спроса, но и крупномасштабными техногенными инцидентами на значимых добывающих объектах — подтоплением месторождения Грасберг в Индонезии и нарушением операционной деятельности на месторождении Камоа-Какула в ДРК. Совокупное воздействие указанных факторов способно спровоцировать нарастание дефицита на 250–300 тыс. тонн к 2026 году.

Анализ долгосрочных прогнозов показал устойчивое увеличение глобального потребления, обусловленное декарбонизацией экономики, урбанизацией и расширением инфраструктуры дата-центров. Китай, абсорбирующий 58% мирового объема, демонстрирует прогнозируемый прирост потребления на уровне 1% к 2026 году. Согласно оценкам Goldman Sachs, к 2030 году порядка 60% дополнительной потребности в меди будет генерироваться модернизацией электросетевой инфраструктуры и наращиванием мощностей в секторе ВИЭ. Аналитики Fitch Solutions (BMI) прогнозируют увеличение глобального производства меди до 30,9 млн тонн к 2034 году, что соответствует среднегодовому приросту в 2,9%.

Итоговым выводом исследования является то, что эксперты фиксируют качественное изменение статуса меди: из традиционного циклического товара она эволюционирует в стратегический ресурс. При сохранении текущих темпов капиталовложений в разведку месторождений и развитие производственных мощностей структурный дефицит приобретет устойчивый характер. Физические свойства алюминия и оптоволокна делают невозможным их универсальное применение взамен меди в объектах критической инфраструктуры, что объективно лимитирует потенциал замещения. Таким образом, рынок меди переживает структурный перелом: эпоха волатильности на исторических максимумах уступает место прогнозируемому системному дефициту, что вынуждает всех участников адаптировать стратегии к изменившимся условиям. Для инвесторов это означает необходимость пересмотра подходов к оценке горнорудных активов, увеличения доли меди в сырьевых портфелях и учета инновационных факторов при отборе проектов. Особое внимание следует уделять компаниям, которые внедряют технологии глубокой переработки, развивают направления вторичного использования меди и демонстрируют высокие ESG-показатели, поскольку именно такие игроки будут иметь конкурентные преимущества в эпоху дефицита и жесткого регулирования. Инвестиции в инновационные стартапы по переработке техногенного сырья и в геологоразведочные проекты с применением AI могут обеспечить сверхдоходность на фоне общего роста цен на медь.

Литература

1. Болотханов Э.Б., Казимагомедова З.А., Сулейманова Д.А. Глобальные технологические сдвиги и их воздействие на экономику // Прикладные экономические исследования. 2023. № S2. С. 48.
2. Жуковская И.Ф. Мировой рынок металлов и перспективы его развития // Экономика и предпринимательство. 2025. № 4(177). С. 150–153.
3. Кондратьев В.Б., Попов В.В., Кедрова Г.В. Глобальный рынок меди // Горная промышленность. 2019. № 3(145). С. 80–87.
4. Матризаев Б.Д. Исследование теоретико-методологических особенностей макроэкономической оценки последствий технологических изменений и их эффективности // Проблемы прогнозирования. 2022. № 2(191). С. 162.
5. Осипов В.А. Глобальные тенденции развития мировой экономики // Развитие таможенного дела Российской Федерации: дальневосточный вектор. 2023. № 4. С. 101–102.
6. Сечин И.И. Энергетические рынки в эпоху мировой нестабильности // Научно-аналитический вестник Института Европы РАН. 2023. № 4(34). С. 10.

7. Хасанов А.С., Мамаисакова З.Б., Нарбаева Р.Б. Современное состояние медной промышленности в мировом хозяйстве // Universum: технические науки. 2025. № 9(138). С. 15.

8. Черашев Д.В. Влияние инструментов финансового рынка на основные параметры международной торговли рафинированной медью // Российский внешнеэкономический вестник. 2024. № 12.

9. Шайбакова Л.Ф. Современное состояние и особенности инновационного развития медного производства в России // Инновационное развитие экономики. 2018. № 6-1(48). С. 91–93.

10. BHP. Meeting energy transition demand may need copper mines capex of $250 bil to 2030 // S&P Global. 21.03.2023. URL: https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/marketinsights/latest-news/metals/032123-meeting-energy-transition-demand-may-need-copper-minescapex-of-250-bil-to-2030-bhp

11. Hernanto, Wiriono S.K., Faturohman T. Analysis of Demand and Supply amid Fluctuations in World Copper Prices // Integrative Research in Business and Economics Review. 2023. № 6. P. 252–265.

12. ICSG. Copper Market Forecast 2025–2026 // International Copper Study Group. 2025.

13. Jing Tang, Jian-Bai Huang, Hong-Wei Zhang, Yu-Mei Luo. The time-varying impact of world copper price jumps on China's producer price index // Resources Policy. 2018. № 8(31). P. 507–514.

14. Masniari O., Koestoer R.H. Sustainable Building Materials for Green Construction: A Review // International Journal of Advanced Engineering and Science. 2024. № 9.

15. Muta T. The Role of Critical Minerals in the Clean Energy Transition // 8th International Energy Symposium. 2023. P. 65.

16. S&P Global. The Future of Copper: Will the Looming Supply Gap Short-Circuit the Energy Transition? New York, 2022. 75 p.

17. Simshauser P. On intermittent renewable generation and the stability of Australia's National Electricity Market // Energy Economics. 2018. № 72. P. 1–19.

18. Smith J., Brown A. Global Copper Market Dynamics: Trends and Forecasts // Journal of International Trade and Economic Development. 2020. № 29. P. 301–310.

19. Trading Economics. Copper Commodity Data. URL: https://ru.tradingeconomics.com/commodity/copper (дата обращения: 20.01.2026).

20. Zhang Y., Wang H., Liu J. China's Role in the Global Copper Market: Trends and Implications // Resources Policy. 2019. № 62.

Investment potential of the copper market

Sorokin N.D.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

Relevance. In the context of the global transformation of the world economy caused by digitalization and the energy transition, copper is acquiring the status of a strategic resource, critically important for the development of renewable energy, electric transport, and digital infrastructure. At the same time, the copper market is characterized by a growing structural imbalance between steadily increasing demand and inertial supply, which creates risks of price volatility and shortages for consumer industries. This study addresses the need for a comprehensive analysis of the factors determining the development of the global copper market and the justification of investment strategies and innovative approaches for key players in the new economic realities.

The purpose of the study is to analyze the development of the global copper market from the perspective of investment attractiveness and innovative changes in the industry, as well as developing recommendations for its participants (producers, consumers, investors, and regulatory bodies) operating under conditions of a projected structural deficit.

Research objectives. To achieve this goal, the following tasks are solved: to investigate the theoretical foundations of the global copper market development; to analyze its current state and price dynamics; to identify and systematize the key economic, political, technological, and environmental factors influencing the industry environment; to determine the strengths and weaknesses of copper market development at the present stage and to propose practical investment recommendations for minimizing risks for various stakeholder groups.

The results of the study. Based on the analysis of data from the International Copper Study Group (ICSG), the LME, and forecasts from leading analytical agencies (Goldman Sachs, Fitch Solutions), it has been revealed that the global copper market is entering a phase of chronic deficit (the projected gap between supply and demand by 2030 will reach 1.84 million tons), driven by long investment cycles in mining (15–25 years), declining ore grades, and geopolitical instability in key producing countries. It is established that digitalization and the energy transition act as drivers of structural demand, while supply is constrained by high production concentration and environmental requirements. Differentiated strategies are proposed for market participants: producers are recommended to diversify into deep processing and form strategic alliances; consumers are advised to switch to long-term contracts and tighten incoming quality control; investors are recommended to rebalance portfolios considering long-term structural determinants and to include companies that introduce innovative mining and processing technologies, as well as to consider copper ETFs as a diversification tool; regulators are encouraged to account for the evolution of copper from a cyclical commodity into a strategic resource when formulating industrial policy.

Keywords: global copper market, global transformation, energy transition, structural deficit, innovations, risk management, adaptation strategies, decarbonization, non-ferrous metallurgy.

References

1. Bolotkhanov E.B., Kazimagomedova Z.A., Suleymanova D.A. Global technological shifts and their impact on the economy // Applied economic research. 2023. No. C2. p. 48.
2. Zhukovskaya I.F. The global metal market and its development prospects // Economics and entrepreneurship. 2025. No. 4(177). pp. 150-153.
3. Kondratiev V.B., Popov V.V., Kedrova G.V. Global copper market // Mining Industry. 2019. No. 3(145). pp. 80-87.
4. Matrizaev B.D. A study of the theoretical and methodological features of the macroeconomic assessment of the consequences of technological changes and their effectiveness // Problems of forecasting. 2022. No. 2(191). p. 162.
5. Osipov V.A. Global trends in the development of the world economy // Development of customs affairs of the Russian Federation: Far Eastern vector. 2023. No. 4. pp. 101-102.
6. Sechin I.I. Energy markets in the era of global instability // Scientific and Analytical Bulletin of the Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences. 2023. No. 4(34). p. 10.
7. Khasanov A.S., Mamaisakova Z.B., Narabayeva R.B. The current state of modern science in the world // Universum: technical sciences. 2025. No. 9(138). pp. 15.
8. Cherashev D.V. The influence of financial market instruments on the main parameters of international trade in refined copper // Russian Foreign Economic Bulletin. 2024. No. 12.
9. Shaibakova L.F. The current state and features of innovative development of copper production in Russia // Innovative economic development. 2018. No. 6-1(48). pp. 91-93.
10. BHP. To meet energy demand during the transition period, capital investments in copper mines in the amount of $250 billion may be required until 2030 // S&P Global. 03/21/2023. URL: https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/marketinsights/latest-news/metals/032123-meeting-energy-transition-demand-may-need-copper-minescapex-of-250-bil-to-2030-bhp
11. Hernanto, Viriono S.K., Faturohman T. Analysis of supply and demand against the background of fluctuations in world copper prices // Integrative research in business and economics. 2023. No. 6. pp. 252-265.
12. ICSG. Copper market forecast for 2025-2026 // International Copper Research Group. 2025.
13. Jing Tang, Jian-Bai Huang, Hong-Wei Zhang, Yu-Mei Lo. The time-varying impact of spikes in global copper prices on China's producer price index // Resource policy. 2018. No. 8(31). pp. 507-514.
14. Masniari O., Kester R.H. Sustainable building materials for green construction: an overview // International Journal of Advanced Engineering and Science. 2024. № 9.
15. Muta T. The role of essential minerals in the transition to clean energy // 8th International Energy Symposium. 2023. p. 65.
16. S&P Global. The future of copper: Will the impending supply shortage accelerate the transition to energy? New York, 2022. 75 pages.
17. Simshauser P. On intermittent renewable generation and the stability of Australia's national electricity market // Energy economics. 2018. No. 72. pp. 1-19.
18. Smith J., Brown A. Dynamics of the global copper market: trends and forecasts // Journal of International Trade and Economic Development. 2020. No. 29. pp. 301-310.
19. Economics of trade. Data on copper products. URL: https://ru.tradingeconomics.com/commodity/copper (date of request: 01/20/2026).
20. Zhang Yu., Wang H., Liu J. China's role in the global copper market: trends and consequences // Resource policy. 2019. № 62.

Особенности оценки инвестиций в бизнес по разработке видеоигр (геймдев)

Чижик Вера Павловна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Менеджмент и сервис», Омский государственный технический университет, chizhik-vera@yandex.ru

Видеоигры в современном мире не просто развлечение, они выполняют функции средств коммуникации, обучения, распространения информации. Для отрасли характерны высокие темпы развития и большая емкость. Это повышает интерес разработчиков, инвесторов и регуляторов к игровой индустрии. Одним из факторов сдерживания инвестиций являются высокие специфические риски, связанные с уникальностью продукта, непредсказуемостью успеха и его коротким жизненным циклом. В условиях повышенного интереса и риска оценка инвестиций в игровой бизнес становится очень значимой и актуальной задачей. Целью данной работы является выделение специфических отраслевых особенностей и факторов стоимости компаний по разработке видеоигр и разработка практических рекомендаций по оценке инвестиций в организации данной отрасли. Для достижения цели были поставлены и решены следующие задачи: проведен анализ специфики деятельности компаний в сфере игровой индустрии; выделены наиболее значимые особенности и факторы стоимости игровых компаний; выделены типы игровых компаний в зависимости от специфики деятельности, размера и стадии развития; даны рекомендации по оценке игровых компаний (геймдев) разного типа, с учетом из специфики и стадии развития.

Ключевые слова: геймдев, игровая индустрия, оценка инвестиций, оценка стартапов, венчурные инвестиции, оценка стоимости бизнеса, стоимость компании, методы оценки стоимости бизнеса.

Введение

Оценка стоимости компаний, занятых разработкой видеоигр в настоящее время становится особенно актуальной задачей по следующим причинам:

Во-первых, игровая индустрия характеризуется высоким уровнем предпринимательского и инвестиционного интереса, причиной которого являются большая емкость рынка, высокие темпы развития отрасли, высокий уровень рентабельности в случае успеха. По оценкам отечественных экспертов, в 2024 году объём глобального рынка видеоигр составил 272 миллиарда долларов, к 2029-му году он вырастет более чем на 56% и достигнет отметки в 426,02 миллиарда долларов, к 2033 году составит 656,21 миллиарда долларов [6]. По данным Института развития интернета России (ИРИ) объемы рынка видеоигр в России по разным исследованиям составляет от 100 до 272 млрд рублей [4]. По результатам исследования Strategy Partners (27 октября 2025 года) по итогам 2024 года объем рынка видеоигр в Росси составил 186,6 млрд рублей [7]. По данным АНО «АКИ» 57% взрослого населения Москвы регулярно проводят свой досуг за играми. При этом они ежегодно тратят на игры и внутриигровые покупки 323 млрд руб. [7]. Российский игровой рынок, как и мировой в целом, переживал взлеты и падения, наибольшее испытание было в 2022 году. Но, рынок перестроился и как свидетельствуют результаты исследования АНО «Цифровая экономика» на восстановление рынка понадобилось не больше года, уже в 2023 году рынок показал рост 4,7%, а объем рынка оценивается в 176 млрд руб. [15].

Во-вторых, игры стали выполнять значимые социальные и политические функции в обществе, что повлекло соответствующий интерес со стороны государства. Современные видеоигры - это не просто популярный и массовый способ развлечения. В настоящее время мобильные игры выполняют следующие значимые социальные функции, в том числе общения и социализации, обучения и развития способностей людей, инструмента реабилитации и социальной адаптации, психологической разрядки и преодоления стрессовых ситуаций, инструмента массовой коммуникации, пропаганды и манипуляции [8,16,17,20]. Игровая индустрия обеспечивает большое количество рабочих мест для программистов, дизайнеров, художников, сценаристов, тестировщиков, блогеров и др.. Является источником доходов компаний по производству консолей, мобильных устройств, компаний предоставляющих облачные сервисы и технологические платформы для разработки, поддержки и продвижения видеоигр.

В-третьих, высокая инвестиционная потребность отрасли и высокий уровень риска инвестиций в разработку видеоигр, причинами которого являются уникальность продукта, непредсказуемость результата и короткий цикл жизни подавляющего большинства видеоигр. Цикл жизни у большинства игровых проектов очень короткий. Специалисты отмечают, что хорошая игра живет не больше 3-х месяцев, отличные игры - год, самые лучшие игры приносят доход их создателям два-три года, и только очень редкие шедевры существуют более 5-ти лет [5]. При этом, для получения значимого дохода необходимо, чтобы игра приносила доход не менее 6 месяцев таких игр в общей выборке лучших игр, эксперты выделили не более 20%. Более того по данным исследований компании Atomik Research 43% проектов по разработке мобильных игр не доживают до релиза и отменяются в процессе разработки. 76% запущенных игр достигают пика доходов в первый год, 83% мобильных игр закрываются в течении 3-х лет и только 5% проектов получают поддержку через семь лет после запуска [19].

Однако, несмотря на отмеченные риски, интерес специалистов к данной сфере не снижается, на рынке постоянно появляются новые команды с новыми идеями для игр, создание и обновление которых постоянно требует инвестиций. [7,8,15, 16,17,20].

Иными словами, оценка стоимости бизнеса в сфере игровой индустрии в условиях активного развития этого рынка является актуальной задачей. А специфика деятельности и неоднородность компаний, функционирующих в данной отрасли, требует применения мультиметодического подхода.

Цель исследования: на основе анализа деятельности компаний по разработке видеоигр выделить наиболее значимые особенности и факторы стоимости геймдев-компаний, дать рекомендации по применению методов оценки стоимости бизнеса, учитывающих специфику отрасли. Объектом исследования являются компании, занимающиеся разработ-

кой видеоигр. Предмет: методы оценки стоимости компаний занимающихся разработкой и реализацией видеоигр. При проведении исследования были применены следующие приемы и методы: критический и логический анализ, обобщение, систематизация, классификация.

Обзор литературы

В силу специфики игровой индустрии, оценка стоимости компаний, функционирующих в этой отрасли затрагивает широкий круг вопросов и основывается на научных исследованиях в следующих областях: теория оценки стоимости бизнеса, оценки инновационных и цифровых компаний, оценка стоимости стартапов (венчурных инвестиций), инвестиционных проектов.

Методология оценки стоимости бизнеса давно исследуется учеными и к настоящему времени сформировались подходы, основанные на работах таких российских ученых как Валдайцев С.В., Грязнова А.Г., Есипов В.Е., Маховикова Г.А., Федотова М.А. В составе зарубежных авторов необходимо выделить следующих ученых: Дамодаран А. Р. Брейли, С. Майерс. Критический анализ методов и глубокий анализ метода реальных опционов представлены в работах Музыко Е.И, Баранова А. О., Павлова В. Н. Развитие методологии представлено в работах следующих авторов: Мацуль Е. Г., Градус А. Е., Лазарев А. А. [4, 11, 12, 18]

Методология оценки инвестиций и инвестиционных проектов основывается на трудах следующих отечественных и зарубежных ученых: Ковалев В. В., Лукасевич И. Я., Бланк И. А., Бригхем Ю., Ван Хорн Дж., Фабоцци Ф.

Много современных работ посвящено анализу методов оценки венчурных инвестиций, в этой сфере хотелось бы отметить работы следующих авторов: Косорукова И.В., Суханова И.Г., Лаврухина Д.Д., Макушина Е.Ю., Сигунова Т.А. [2, 3, 9, 10, 14, 21, 22]).

В области особенностей оценки нематериальных и цифровых активов основополагающими являются работы следующих ученых: Лосева О.В., Косоруковой И.В., Козырева А.Н. [11, 12, 13]).

Особенности оценки инвестиций в компании по разработке видеоигр представлены в работах следующих российских и зарубежных авторов: Мартюшева И.М., Липис Е.А., Липис Д.А., Масленникова Н.В., Феng С., Маршан А., Моро-Висконти Р., Тянь Ц., Волкманн У. М. Однако, эти работы носят фрагментарный характер, отражая применение тех или иных конкретных методов к оценке привлекательности инвестиций в геймдев-компании, содержат методику и примеры определения стоимости бизнеса публичных игровых компаний, посвящены анализу ценовых факторов и вопросам ценообразования на данном рынке. Основным источником информации для выявления отраслевых особенностей является интервью практиков, обзоры специализированных институтов и аналитических агентств. При этом необходимость учета специфики сферы игровой индустрии при проведении оценки стоимости геймдев-компаний является очевидной.

Виды и характеристика геймдев-компаний

Для понимания специфики рынка необходимо рассмотреть свойства самого продукта - видеоигра. Современные видеоигры представляют собой сложное произведение (мультимедийный продукт), права на который могут быть запатентованы только на какие-то отдельные части (персонажи, образы и символика, звуковые эффекты, программный код и т.д.). Игровая индустрия начала формироваться начиная в 1970 годах, когда появились первые игровые автоматы. Начиная с простейших («Снайпер», «Змейка», «Тетрикс») видеоигры выросли до метавселенных, интерактивных игр в которых есть возможность менять сюжетную линию, создавать свой мир в 3D или VR формате.

Современные видеоигры можно классифицировать по разным признакам:

- по типу платформы: игры для ПК, консолей, мобильных устройств (смартфоны, планшеты), облачные игры, VR-игры;
- по масштабам проекта: AAA-игры (крупнобюджетные, для любых платформ), AA-игры (игры для ПК и консолей), «Инди-игры»;
- по жанрам: обучающие игры (тренажёры), головоломки, ролевые игры, хорор-игры, приключения, экшен, стратегии, симуляторы, казуальные игры и др.;
- по количеству участников: одиночные и многопользовательские.

Объектом настоящего исследования являются компании занятые разработкой видеоигр, такие компании принято называть «геймдев-компаниями». Состав разработчиков неоднороден, принято выделять следующие группы:

1. Разработчики-любители: физические лица (небольшая группа), рассматривающих свое занятие как хобби. Работают над относительно небольшими проектами, которые распространяются бесплатно или за символическую стоимость

2. Инди-студии (независимые разработчики). Относительно небольшие компании, занятые разработкой 1-2 проектов, с относительно невысокой стоимостью, оригинальным гемплеем, уникальным дизайном. Финансируются преимущественно за счет собственных средств, грантов, займов.

3. Крупные студии (издатели). Численность персонала может быть различной, крупными являются проекты и суммы инвестиций. Выкупают и дорабатывают проекты инди-студий. Обращаются за отдельными услугами к мелким разработчикам. Поддерживают одновременно большое количество проектов.

Анализ и результаты

Анализ публикаций авторов [1, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 19, 20, 23-29] позволил выделить следующие наиболее значимые (с точки зрения оценки стоимости инвестиций) особенности и факторы стоимости геймдев-компаний:

1. Каждая новая игра – это отдельный проект, для разработки которого формируется своя проектная команда. Каждый проект уникален, несмотря на наличие множества игр-конкурентов абсолютных аналогов практически не бывает. Даже незначительные отличия в образе героев, графике, сюжете и т.д. могут оказать существенное влияние на популярность и коммерческий успех игры.

2. Специфические активы и отсутствие материального имущества. За редким исключением, игровые компании, практически не имеют существенных дорогостоящих активов. Офис и необходимое программное обеспечение часто арендуется, необходимая офисная техника имеет относительно невысокую стоимость и короткий срок службы (быстрое устаревание). Основными активами компании являются нематериальные активы в виде уникального продукта (сама игра и ее элементы), база игроков, сообщества, квалификация и опыт команды и т.д. Материальные активы (даже при наличии) играют второстепенную роль, а нематериальные, необходимо оценивать в комплексе.

3. Минимальная (почти нулевая) доля переменных затрат, основные затраты – это расходы на оплату труда и связанные с ними отчисления. Наибольшая сумма затрат приходится на период разработки продукта.

4. Высокий риск и неопределенность результата. В отличие от традиционных ИТ-компаний, где доходы растут предсказуемо, игровые студии работают в среде, ориентированной на хиты, где одна успешная игра может принести прибыль в сотни раз превышающую инвестиции, в то время как большинство прочих игр никогда не достигнут точки безубыточности. По оценкам специалистов 90% игр не достигают значимого коммерческого успеха [5, 19, 24].

5. Короткий срок жизни продукта (проекта). Срок создания отдельной игры кратно превышает срок ее жизни. Стартапы в сфере игровой индустрии проходят стадии коммерциализации достаточно быстро, в то время как процесс разработки может занимать до 5 лет [23]. Причины короткого цикла жизни успешных игр:

- быстрое устаревание продукта (меняется графика, инструменты визуализации, предпочтения и требования игроков);
- быстро появляется большое количество аналогов (заменителей, сиквелов), происходит перенасыщение рынка играми популярных жанров;
- распространение нелегальных «пиратских» копий;
- нестабильность доходов, связанная со способами монетизации.

5. Отсутствие географических ограничений для разработчиков и пользователей, абсолютная мобильность и легкая масштабируемость продукта. Расходы на создание копий на логистику нулевые.

6. Большая емкость и высокие темпы развития рынка. Создатели не ограничены в своей фантазии, и потому, несмотря на определенную перенасыщенность рынок является растущим.

7. Специфические факторы стоимости бизнеса. На успешность инвестиций в геймдев-компании влияют:

1) идея: оценивается замысел игры, ее конкурентоспособность при условии реализации задуманных механик, графики и пр.

2) прототип: наличие/отсутствие базовой действующей версии игры с минимальным функционалом;

3) команда: квалификация, опыт и мотивация разработчиков;

4) стратегические отношения с контрагентами: наличие договоренностей (сотрудничеств) с ведущими платформами по распространению игр;

5) первичные продажи и потенциал продаж: результаты пробных продаж и анализа интереса аудитории к продукту (ранний выход).

При оценке стоимости игровых компаний, необходимо четко понимать, что именно подлежит оценке. Это может быть:

1) стратап (проект), по созданию видеоигры, находящийся на ранних стадиях развития (посевная или стартовая);

2) небольшая инди-студия, имеющая успешную игру, которая вышла на рынок, приносит определенный доход;

3) издатель, крупная компания, продуктовый портфель которой состоит из множества видеоигр, находящихся на разных этапах жизненного цикла.

В первом случае, очевидно, что команда разработчиков, даже при условии создания юридического лица, еще не имеет каких-либо материальных и нематериальных активов. Активами компании на данном этапе является сама идея, ее уникальность, мотивация команды и ее потенциал. Нет стабильных доходов, или вообще доходов, затраты связаны с обеспечением процесса создания игры.

Инди-студии, уже могут обладать нематериальными активами в виде патентов на те или иные элементы игры, не располагают существенными материальными активами, но обладают клиентской базой, опытом, компетенциями, имеют налаженные связи и контакты с платформами (их производителями). Команда может иметь в разработке несколько игр, находящихся на той или иной стадии жизненного цикла, но их не много. Финансовые результаты от реализованного проекта можно оценить, но необходимо учитывать короткий срок жизни видеоигр. Разработка новой игры предполагает оценку нового проекта, разработка которого осуществляется на базе действующей организации.

Издатель, это достаточно крупное (по численности персонала) юридическое лицо (может быть публичное акционерное общество) которое имеет в разработке большое количество видеоигр, находящихся на разных этапах жизненного цикла. Такая компания, уже обладает дорогостоящими материальными и нематериальными активами. Есть информация о финансовых результатах деятельности компании в прошлом, можно спрогнозировать (с той или иной степенью вероятности) их изменение в будущем.

Очевидно, что указанные компании существенно отличаются друг от друга по различным параметрам и методы оценки не будут идентичными.

Выводы и рекомендации

Все сказанное позволяет сделать некоторые выводы и рекомендации по выбору и применению подходов и методов оценки стоимости игрового бизнеса.

При формировании рекомендаций автор придерживался следующей их классификации, которую можно считать общепринятой:

1. Методы оценки эффективности инвестиционных проектов, представленные в теории оценки инвестиций, инвестиционном и финансовом менеджменте (NPV , PI , IRR и др.).

2. Подходы и методы оценки стоимости бизнеса, представленные в теории оценочной деятельности: доходный, рыночный и имущественный подходы.

3. Методы оценки венчурных инвестиций, применяемые при оценке проектов на ранних стадиях развития: Метод Беркуса, Метод суммирования факторов риска, Метод скоринга или Метод Билла Пейна, Первый чикагский метод, Метод венчурного капитала (подробно у авторов [3, 9, 10, 14, 21, 22]).

На основе анализа специфики компаний по разработке видеоигр, с учетом их классификации представленной в данной статье и на основе знания методов оценки стоимости бизнеса можно дать следующие рекомендации по оценке геймдев-компаний.

1. Оценка геймдев-стартапов

В качестве основного целесообразно применять методы оценки эффективности инвестиционных проектов. Применение этой методологии является фактически безальтернативным. Суммарная величина затрат на разработку в текущей оценке позволяет определить сумму требуемых инвестиций на каждом отдельном шаге разработки проекта. Целесообразным является применение методов венчурного капитала, которые по определению предназначены для оценки рисковых проектов, находящихся на ранних стадиях развития, при этом наиболее предпочтительным является Метод Беркуса. Из классических подходов оценки стоимости бизнеса применимым является только доходный подход, но он дает низкую степень надежности. Рыночный не применим по причине уникальности продукта. Затратный не применим по причине отсутствия активов на балансе компании.

2. Оценка Инди-студий

В качестве основного целесообразно использовать классический доходный подход, достоверность которого будет выше если в портфеле компании есть несколько игр и доходы от них относительно стабильны. При этом необходимо учитывать характерную для игр цикличность поступления доходов, короткий цикл получения доходов (что ограничивает оценку доходов в постпрогнозный период), а также условия доходы от продажи игры (абонентская плата, донаты и т.д.), от объектов интеллектуальной собственности на персонажи и пр. (франчайзинг, роялти и пр.) (персонажи, игровые движки, механики и пр.). Рыночный подход не применим, так как нет публичных аналогов сопоставимых по масштабам. При оценке на базе затратного подхода рекомендуется обращать внимание на выявление и оценку таких специфических нематериальных активов как незапатентованные технологии (игровые движки и инструменты разработки), база игроков и сообщества геймеров, подписчики в соцсетях, алгоритмы привлечения пользователей, обеспечивающих компании (проекту) устойчивые преимущества. Прочие методы рекомендуется применять только для оценки для новых проектов.

3. Издатель

Достаточно надежным и достоверным можно считать доходный подход, так как есть данные о доходах в прошлом, что позволяет сформировать относительно надежный прогноз будущих доходов. А доходы от действующих и вновь вводимых игр взаимно компенсируются, обеспечивая стабильность в доходах. Рыночный подход может быть не менее достоверным и менее трудоемким, так как вероятность найти сопоставимый аналог рыночная стоимость которого известна достаточно высока. Однако, при применении этого подхода необходим тщательный анализ сегмента, в том числе тип компании, жанр игры, масштаб игры и платформы, количество активных пользователей, период удержания игроков (дней), скорость оттока и скорость реактивации, количество игр (для студий и издателей) и т.д. Но даже с учетом всех этих факторов необходимо помнить о том, что каждая игра уникальна. Из мультипликаторов более целесообразным представляется применение натуральных: количество активных (новых) пользователей в день/неделю/месяц, количество покупок на одного пользователя и т.д. В составе стоимостных мультипликаторов рекомендуется использовать соотношение цены с такими показателями, как средний доход на пользователя, регулярный месячный доход. Даже при наличии хороших аналогов необходимо помнить о том, что любой аналог - это уже успешная компания, которая вышла на рынок (в то время как игровые проекты далеко не все доходят даже до релиза) и выходила она на рынок совсем в других социально-экономических условиях. Имущественный подход применять не целесообразно, по причине многопрофильности и наличии высоко диверсифицированного портфеля. Прочие методы рекомендуется применять только для оценки для новых проектов.

Заключение

Оценка компаний игровой индустрии требует глубокого понимания отраслевой специфики и комбинирования различных методик. Вклад автора заключается в выделении ключевых отраслевых особенностей и факторов стоимости геймдев-компаний, разработке рекомендаций по применению существующих традиционных и венчурных методов оценки инвестиций применительно к компаниям по разработке видеоигр с учетом стадий их развития. Применение представленных рекомендаций позволит обеспечить большую достоверность инвестиционной оценки.

Литература

1. 2025-й в цифрах: самые продаваемые игры и доминирование мобильного гейминга // StopGame.ru: сайт. - https://stopgame.ru/newsdata/70000/2025_y_v_cifrah_samye_prodavaemye_igry_i_dominirovanie_mobilnogo_geyminga

2. Бурса И.А., Еськова Т.В., Черствова А.В. Инвестиции в эволюции. Оценка рисков и возможностей в мире венчурного капитала, краудфандинга и криптовалют // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 2 (58). С. 553-558. EDN: ILSWJH.

3. Виноградов А.Ю. Обзор мировых практик оценки стоимости венчурных компаний-стартапов // Вестник Академии права и управления. 2024. № 4 (79). С. 82-89. EDN: KKUETD.

4. Градус А.Е. Оценка стоимости бизнеса: подходы, методология определения стоимости предприятия // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2022. № 12 (216). С. 14-18. EDN: PYPDNY .

5. День, месяц, год: сколько живут мобильные игры? // Hi Tech.VK: https://hi-tech.mail.ru/news/26547-lifetime-of-app-app-annie/

6. Князев, Д. Что такое геймдев: как устроена игровая индустрия и какие профессии в ней востребованы // Skillbox Media : сайт. – https://skillbox.ru/media/gamedev/chto-takoe-geymdev-kak-ustroena-igrovaya-industriya-i-kakie-professii-v-ney-vostrebovany/

7. Компьютерные и видеоигры (российский рынок). Обзор событий. // Tadviser: сайт. - https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерные_и_видеоигры_(российский_рынок)

8. Компьютерные игры и метавселенные / Исследование АНО «Институт развития интернета»: https://ири.рф/upload/iblock/80e/3k95t257ce32r600ttbh4q1fdh7bom26/Компьютерные%20игры%20и%20метавселенные%202025.pdf

9. Косорукова И.В., Суханова И.Г. Методика оценки и пути решения проблемы неопределенности при оценке стоимости стартапов // Проблемы теории и практики управления. 2019. № 12. С. 100-117. EDN: SXIYAR.

10. Лаврухина Д.Д. Критический анализ существующих подходов к оценке венчурного финансирования стартапов на ранних стадиях // Актуальные вопросы современной экономики. 2025. № 7. С. 197-205. EDN: YQSYJM .

11. Лазарев А.А. Современные методы оценки стоимости компании-цели в процессах M&A // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. № S4. EDN: GSNLJL .

12. Лазарев А.А. Эволюция подходов к оценке стоимости бизнеса в эпоху цифровизации: роль нематериальных активов в создании рыночной капитализации // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. № S3. EDN: GFXXFP .

13. Лосева О.В., Косорукова И.В., Федотова М.А., Тазихина Т.В., Абдикеев Н.М. Оценка стоимости цифровых интеллектуальных активов: принципы, факторы, подходы и методы // Финансы: теория и практика. 2022. Т. 26. № 4. С. 6-28. EDN: IKVWWM .

14. Макушина Е. Ю. Матрица выбора метода оценки стоимости портфельной компании на венчурных стадиях развития // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Эко номика и управление. 2022. № 1. С. 41-59. EDN: CZDVAC .

15. Мамедов, А. Уход западных компаний — старт. Эксперты — о рынке видеоигр в России //РБК: сайт. - https://www.rbc.ru/life/news/68b18c489a79476e2d8b4bce

16. Мартюшев И.М., Липис Е.А., Липис Д.А. Изменения индустрии видеоигр в РФ в текущих экономических и политических условиях // Современные проблемы инновационной экономики. 2024. № 11. С. 323-331. EDN: DSYJRU.

17. Масленникова Н.В. Анализ источников привлечения финансовых ресурсов компаниями разработчиками игровых приложений в Российской Федерации // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. 2022. № 4 (54). С. 29-35. EDN: OMRFIO .

18. Мацуль Е.Г. Инструментарий стоимостной оценки бизнеса: современная характеристика и перспективы развития // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2022. № 2 (262). С. 40-48. EDN: EHARRX.

19. Мобильные игры не доживают до релиза. Аналитики выяснили сколько живут мобильные проекты : IXBT.com : сайт. - https://www.ixbt.com/live/games/mobilnye-igry-ne-dozhivayut-do-reliza-analitiki-vyyasnili-skolko-zhivut-mobilnye-proekty.html

20. Ненашкин Н. В., Радыгина С. В. Игровая индустрия как направление предпринимательской деятельности в Российской Федерации // В сборнике: Предпринимательство в вузе: инструменты поддержки стартапов. Сборник материалов VII Международной научно-практической конференции. Ижевск, 2023. С. 163-170. EDN: GTBPGT.

21. Сигунова Т.А., Тагиров П.Р., Ахмад Т.Ф. Оценка стоимости стартапов на разных этапах их жизненного цикла // Вестник Академии знаний. 2025. № 3 (68). С. 395-402. EDN: FVQKLU .

22. Смирнов Н.А. Методы оценки инновационных проектов при венчурном финансировании // Вестник Российского нового университета. Серия: Человек и общество. 2023. № 4. С. 50-60. EDN: GBTKOS .

23. Соколов, Д. Разработка игр: полное руководство от идеи до релиза – этапы создания // sky.pro : сайт. - https://sky.pro/wiki/profession/osnovnye-etapy-razrabotki-igr/

24. Faloppa, D. (2025). Gaming Studio Valuation: Complete Guide for 2025. Equidam https://www.equidam.com/gaming-studio-valuation-complete-guide-2025-game-development-investment/

25. Feng, C. (2024). Value exploration and analysis of game companies. Highlights in Business, Economics and Management, 45, 261-267. https://doi.org/10.54097/8y76r588

26. Marchand, Andre & Hennig-Thurau, Thorsten. (2013). Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities. Journal of Interactive Marketing. 27. 141-157. 10.1016/j.intmar.2013.05.001. https://www.researchgate.net/publication/255995598_Value_Creation_in_the_Video_Game_Industry_Industry_Economics_Consumer_Benefits_and_Research_Opportunities

27. Moro-Visconti, Roberto. (2021). Video Games and Digital Media: Business Models and Valuation Approaches. https://www.researchgate.net/publication/349625092_VIDEO_GAMES_AND_DIGITAL_MEDIA_BUSINESS_MODELS_AND_VALUATION_APPROACHES

28. Tian, Jiaxin. (2025). Business Models and Pricing Strategies for Video Games. Advances in Economics, Management and Political Sciences. 220. 97-102. 10.54254/2754-1169/2025.BL27411.

29. Volckmann, W. M. (2024). The Performance of Private Video Game Equity. University of North Carolina at Chapel Hill, Kenan-Flagler Business School. https://uncipc.org/wp-content/uploads/2024/11/games_deals_nov11.pdf

Features of evaluating investments in the video game development business (gamedev)

Chizhik V.P.
Omsk State Technical University

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

Video games in the modern world are not just entertainment, they serve as means of communication, education, and information dissemination. The industry is characterized by high rates of development and large capacity. This increases the interest of developers, investors, and regulators in the gaming industry. One of the factors deterring investment is the high specific risks associated with the uniqueness of the product, the unpredictability of success and its short life cycle. In conditions of increased interest and risk, assessing the value of gaming companies is becoming a very significant and urgent task. The purpose of this work is to identify specific industry features and cost factors of video game development companies and to develop practical recommendations for evaluating investments in the organization of this industry. To achieve the goal, the following tasks were set and solved: an analysis of the specifics of companies in the gaming industry was carried out; the most significant features and cost factors of gaming companies were identified; types of gaming companies were identified depending on the specifics of the activity, size and stage of development; Recommendations are given on the evaluation of gaming companies (game developers) of various types, taking into account their specifics and stage of development.

Keywords: game dev, the gaming industry, investment assessment, startup assessment, venture investments, business valuation, company value, business valuation methods.

References

1. 2025 in Numbers: Best-Selling Games and the Dominance of Mobile Gaming // StopGame.ru : website. – URL: https://stopgame.ru/newsdata/70000/2025_y_v_cifrah_samye_prodavaemye_igry_i_dominirovanie_mobilnogo_geyminga
2. Bursa, I.A., Es'kova, T.V., and Cherstvova, A.V. "Investitsii v evoliutsii. Otsenka riskov i vozmozhnostei v mire venchurnogo kapitala, kraudfandinga i kriptovaliut" [Investments in Evolution. Risk and Opportunity Assessment in the World of Venture Capital, Crowdfunding and Cryptocurrencies]. Estestvenno-gumanitarnye issledovaniia [Natural and Humanitarian Research], no. 2 (58) (2025): 553-558. EDN: ILSWJH. (In Russ.).
3. Vinogradov, A.Iu. "Obzor mirovykh praktik otsenki stoimosti venchurnykh kompanii-startapov" [Overview of Global Practices for Valuing Venture Start-up Companies]. Vestnik Akademii prava i upravleniia [Bulletin of the Academy of Law and Management], no. 4 (79) (2024): 82-89. EDN: KKUETD .(In Russ.).
4. Gradus, A.E. "Otsenka stoimosti biznesa: podkhody, metodologiia opredeleniia stoimosti predpriiatiia" [Business Valuation: Approaches, Methodology for Determining Enterprise Value]. Problemy ekonomiki i upravleniia neftegazovym kompleksom [Problems of Economics and Management of the Oil and Gas Complex], no. 12 (216) (2022): 14-18. EDN: PYPDNY .(In Russ.).
5. Day, Month, Year: How Long Do Mobile Games Live? // Hi-Tech Mail.ru : website. – URL: https://hi-tech.mail.ru/news/26547-lifetime-of-app-app-annie/ (accessed: 09.07.2026).
6. Knyazev D. What Is GameDev: How the Gaming Industry Works and Which Professions Are in Demand // Skillbox Media : website. – URL: https://skillbox.ru/media/gamedev/chto-takoe-geymdev-kak-ustroena-igrovaya-industriya-i-kakie-professii-v-ney-vostrebovany/ (accessed: 09.07.2026).
7. Computer and Video Games (Russian Market) // Tadviser : website. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Компьютерные_и_видеоигры_(российский_рынок) (accessed: 09.07.2026).
8. Institut Razvitiya Interneta [Institute for Internet Development]. (2025). Komp'yuternyye igry i metavselennyye [Computer Games and Metaverses] https://ири.рф/upload/iblock/80e/3k95t257ce32r600ttbh4q1fdh7bom26/Компьютерные%20игры%20и%20метавселенные%202025.pdf
9. Kosorukova, I.V., and Sukhanova, I.G. "Metodika otsenki i puti resheniia problemy neopredelennosti pri otsenke stoimosti startapov" [Assessment Methodology and Ways to Solve the Problem of Uncertainty in Startup Valuation]. Problemy teorii i praktiki upravleniia [Problems of Theory and Practice of Management], no. 12 (2019): 100-117. EDN: SXIYAR.(In Russ.).
10. Lavrukhina, D.D. "Kriticheskii analiz sushchestvuiushchikh podkhodov k otsenke venchurnogo finansirovaniia startapov na rannikh stadiakh" [Critical Analysis of Existing Approaches to Valuing Venture Financing of Startups at Early Stages]. Aktual'nye voprosy sovremennoi ekonomiki [Current Issues of the Modern Economy], no. 7 (2025): 197-205. EDN: YQSYJM .(In Russ.).
11. Lazarev, A.A. "Sovremennye metody otsenki stoimosti kompanii-tseli v protsessakh M&A" [Modern Methods of Valuing a Target Company in M&A Processes]. Vestnik evraziiskoi nauki [Bulletin of Eurasian Science], vol. 17, no. S4 (2025). EDN: GSNLJL .(In Russ.).
12. Lazarev, A.A. "Evoliutsiia podkhodov k otsenke stoimosti biznesa v epokhu tsifrovizatsii: rol' nematerial'nykh aktivov v sozdanii rynochnoi kapitalizatsii" [Evolution of Business Valuation Approaches in the Digital Age: The Role of Intangible Assets in Creating Market Capitalization]. Vestnik evraziiskoi nauki [Bulletin of Eurasian Science], vol. 17, no. S3 (2025). EDN: GFXXFP.(In Russ.).
13. Loseva, O.V., Kosorukova, I.V., Fedotova, M.A., Tazikhina, T.V., and Abdikeev, N.M. "Otsenka stoimosti tsifrovykh intellektual'nykh aktivov: printsipy, faktory, podkhody i metody" [Valuation of Digital Intellectual Assets: Principles, Factors, Approaches and

Methods]. Finansy: teoriia i praktika [Finance: Theory and Practice], vol. 26, no. 4 (2022): 6-28. EDN: IKVWWM.(In Russ.).
14. Makushina, E.Iu. "Matritsa vybora metoda otsenki stoimosti portfel'noi kompanii na venchurnykh stadiakh razvitiia" [Matrix for Choosing a Valuation Method for a Portfolio Company at Venture Stages of Development]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriia: Ekonomika i upravlenie [Bulletin of Voronezh State University. Series: Economics and Management], no. 1 (2022): 41-59. EDN: CZDVAC.(In Russ.).
15. Mamedov A. The Departure of Western Companies — The Start. Experts on the Video Game Market in Russia // RBC : website. – URL: https://www.rbc.ru/life/news/68b18c489a79476e2d8b4bce (accessed: 09.07.2026).
16. Martiushev, I.M., Lipis, E.A., and Lipis, D.A. "Izmeneniia industrii videoigr v RF v tekushchikh ekonomicheskikh i politicheskikh usloviiakh" [Changes in the Video Game Industry in the Russian Federation in Current Economic and Political Conditions]. Sovremennye problemy innovatsionnoi ekonomiki [Modern Problems of Innovation Economy], no. 11 (2024): 323-331. EDN: DSYJRU.(In Russ.).
17. Maslennikova, N.V. "Analiz istochnikov privlecheniia finansovykh resursov kompaniiami razrabotchikami igrovykh prilozhenii v Rossiiskoi Federatsii" [Analysis of Sources for Attracting Financial Resources by Game Application Development Companies in the Russian Federation]. Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Seriia: Ekonomika, finansy i upravlenie proizvodstvom [News of Higher Educational Institutions. Series: Economics, Finance and Production Management], no. 4 (54) (2022): 29-35. EDN: OMRFIO.(In Russ.).
18. Matsul', E.G. "Instrumentarii stoimostnoi otsenki biznesa: sovremennaia kharakteristika i perspektivy razvitiia" [Business Valuation Tools: Modern Characteristics and Development Prospects]. Trudy BGTU. Seriia 5: Ekonomika i upravlenie [Proceedings of BSTU. Series 5: Economics and Management], no. 2 (262) (2022): 40-48. EDN: EHARRX.(In Russ.).
19. Mobile Games Do Not Survive Until Release. Analysts Have Found Out How Long Mobile Projects Live // IXBT.com : website. – URL: https://www.ixbt.com/live/games/mobilnye-igry-ne-dozhivayut-do-reliza-analitiki-vyyasnili-skolko-zhivut-mobilnye-proekty.html (accessed: 09.07.2026).
20. Nenashkin, N.V., and Radygina, S.V. "Igrovaia industriia kak napravlenie predprinimatel'skoi deiatel'nosti v Rossiiskoi Federatsii" [The Gaming Industry as a Direction of Entrepreneurial Activity in the Russian Federation]. In Predprinimatel'stvo v vuze: instrumenty podderzhki startapov. Sbornik materialov VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Entrepreneurship at the University: Startup Support Tools. Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference]. Izhevsk, 2023, pp. 163-170. EDN: GTBPGT.(In Russ.).
21. Sigunova, T.A., Tagirov, P.R., and Akhmad, T.F. "Otsenka stoimosti startapov na raznykh etapakh ikh zhiznennogo tsikla" [Startup Valuation at Different Stages of Their Life Cycle]. Vestnik Akademii znanii [Bulletin of the Academy of Knowledge], no. 3 (68) (2025): 395-402. EDN: FVQKLU.(In Russ.).
22. Smirnov, N.A. "Metody otsenki innovatsionnykh proektov pri venchurnom finansirovanii" [Methods for Evaluating Innovative Projects in Venture Financing]. Vestnik Rossiiskogo novogo universiteta. Seriia: Chelovek i obshchestvo [Bulletin of the Russian New University. Series: Human and Society], no. 4 (2023): 50-60. EDN: GBTKOS.(In Russ.).
23. Sokolov D. Game Development: A Complete Guide from Idea to Release – Stages of Creation // Sky.pro : website. – URL: https://sky.pro (accessed: 09.07.2026).
24. Faloppa, D. (2025). Gaming Studio Valuation: Complete Guide for 2025. Equidam https://www.equidam.com/gaming-studio-valuation-complete-guide-2025-game-development-investment/
25. Feng, C. (2024). Value exploration and analysis of game companies. Highlights in Business, Economics and Management, 45, 261-267. https://doi.org/10.54097/8y76r588
26. Marchand, Andre & Hennig-Thurau, Thorsten. (2013). Value Creation in the Video Game Industry: Industry Economics, Consumer Benefits, and Research Opportunities. Journal of Interactive Marketing. 27. 141-157. 10.1016/j.intmar.2013.05.001. https://www.researchgate.net/publication/255995598_Value_Creation_in_the_Video_Game_Industry_Industry_Economics_Consumer_Benefits_and_Research_Opportunities
27. Moro-Visconti, Roberto. (2021). Video Games and Digital Media: Business Models and Valuation Approaches. https://www.researchgate.net/publication/349625092_VIDEO_GAMES_AND_DIGITAL_MEDIA_BUSINESS_MODELS_AND_VALUATION_APPROACHES
28. Tian, Jiaxin. (2025). Business Models and Pricing Strategies for Video Games. Advances in Economics, Management and Political Sciences. 220. 97-102. 10.54254/2754-1169/2025.BL27411.
29. Volckmann, W. M. (2024). The Performance of Private Video Game Equity. University of North Carolina at Chapel Hill, Kenan-Flagler Business School. https://uncipc.org/wp-content/uploads/2024/11/games_deals_nov11.pdf

Трансформация институциональной среды как условие устойчивого экономического роста в цифровой экономике

Гарифуллина-Ахмадуллина Лилия Разгабовна
аспирант, Казанский (Приволжский)федеральный университет

В статье рассмотрены институциональные условия обеспечения устойчивого экономического роста в условиях цифровой трансформации. Актуальность темы обусловлена глубинными структурными сдвигами в мировой экономике, связанными с распространением цифровых технологий, которые трансформируют не только технологический базис производства, но и систему экономических отношений и институциональные рамки хозяйственной деятельности. Цель статьи заключается в теоретическом обосновании направлений трансформации институциональной среды как условия обеспечения устойчивого экономического роста в цифровой экономике. Автором проанализированы теоретические подходы к исследованию институциональных основ экономического роста, выявлены особенности влияния цифровой экономики на институциональную среду, систематизированы факторы устойчивого роста в условиях цифровой трансформации. В работе предложена авторская многоуровневая классификация показателей устойчивого экономического роста, учитывающая экономические, социальные, экологические и институциональные измерения. На основе данных международных рейтингов и российской статистики выявлены системные институциональные барьеры: несоответствие законодательства темпам технологических изменений, дефицит цифровых компетенций, региональная дифференциация, слабая координация ведомств. Обосновано, что институциональные заимствования без учета национальных особенностей малоэффективны. Сделаны выводы о необходимости адаптации законодательства, развития институтов поддержки цифровизации, модернизации образования, сокращения цифрового неравенства и усиления защиты интеллектуальной собственности. Реализация этих мер позволит обеспечить устойчивый экономический рост в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: институциональная среда, устойчивый экономический рост, цифровая экономика, цифровая трансформация, институциональные барьеры, человеческий капитал, регуляторные «песочницы», индекс сетевой готовности, неформальные институты, технологическое развитие.

Введение

Современный этап развития мировой экономики характеризуется глубинными структурными сдвигами, обусловленными стремительным распространением цифровых технологий. Цифровизация экономических процессов трансформирует не только технологический базис производства, но и всю систему экономических отношений, механизмы координации хозяйственной деятельности и институциональные рамки, в которых функционируют экономические агенты [1, с. 502]. В этих условиях обеспечение устойчивого экономического роста требует переосмысления роли институциональной среды, ее способности адаптироваться к вызовам цифровой трансформации и создавать стимулы для долгосрочного развития.

Актуальность исследования институциональных основ устойчивого экономического роста в условиях цифровой экономики обусловлена рядом обстоятельств. Во-первых, цифровая трансформация порождает новые виды экономической активности, которые не вписываются в традиционные регуляторные рамки, что создает институциональные лакуны и повышает транзакционные издержки. Во-вторых, цифровые технологии меняют структуру факторов производства, превращая данные в ключевой ресурс и требуя пересмотра подходов к управлению и регулированию. В-третьих, усиливающаяся взаимозависимость экономических агентов в цифровой среде актуализирует проблему координации институциональных изменений на разных уровнях хозяйственной системы.

Цель настоящего исследования заключается в теоретическом обосновании направлений трансформации институциональной среды как условия обеспечения устойчивого экономического роста в условиях цифровой экономики. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: анализ теоретических подходов к исследованию институциональных основ экономического роста и их эволюции под влиянием цифровизации; выявление особенностей влияния цифровой экономики на институциональную среду и экономические процессы; систематизация факторов устойчивого экономического роста в условиях цифровой трансформации; обоснование направлений совершенствования институциональной среды для обеспечения устойчивого роста.

Теоретическую значимость работы составляет развитие научных представлений о роли и месте институциональной среды в обеспечении устойчивого экономического роста в условиях цифровой экономики. Исследование дополняет существующие теории экономического роста, институциональной экономики и цифровой трансформации, раскрывая их взаимосвязь в условиях динамичного изменения экономической среды.

Материалы и методы исследования

Теоретической основой исследования послужили фундаментальные работы в области институциональной экономической теории, представленные в трудах Д. Норта, Р. Коуза, О. Уильямсона и Дж. Ходжсона. В работе проанализированы классические и неоклассические модели экономического роста, включая модели Р. Солоу, Е. Домара, а также эндогенные теории роста П. Ромера и Р. Лукаса. Особое внимание уделено концепции технологических укладов С.Ю. Глазьева и структурно-институциональному подходу к анализу экономической динамики.

Эмпирической базой исследования выступили данные Федеральной службы государственной статистики, материалы Всемирного банка, Организации экономического сотрудничества и развития, а также Программы развития ООН. Использованы показатели международных рейтингов и индексов: индекс сетевой готовности (Networked Readiness Index — NRI), индекс развития цифровой экономики Европейского Союза (DESI), индекс цифровой конкурентоспособности (IMD World Digital Competitiveness Ranking), а также статистические данные о затратах на развитие цифровой экономики в Российской Федерации.

Методологическую базу исследования составили системный, институциональный и процессный подходы, применение которых в совокупности позволило рассмотреть институциональные основы устойчивого роста как сложную, многослойную систему взаимодействующих элементов. В работе использованы методы сравнительного анализа, факторного моделирования и структурно-функционального анализа.

При проведении сравнительного анализа исследовались различия в институциональных условиях цифровой трансформации между странами, занимающими лидирующие позиции в международных рейтингах цифрового развития, и Российской Федерацией. Это позволило иденти-

фицировать институциональные факторы, способствующие либо препятствующие устойчивому экономическому росту в условиях цифровой экономики. Метод факторного моделирования применялся для выявления взаимосвязей между отдельными элементами институциональной среды и показателями экономической динамики. Структурно-функциональный анализ использовался для определения функций институциональной среды в условиях цифровой трансформации и оценки эффективности их реализации в российской практике.

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе осуществлен анализ теоретических подходов к пониманию устойчивого экономического роста и его институциональных основ. На втором этапе проанализированы особенности трансформации институциональной среды под влиянием цифровизации и выделены ключевые направления этой трансформации. На третьем этапе проведена систематизация показателей устойчивого экономического роста, адаптированных к условиям цифровой экономики. На четвертом этапе выявлены взаимосвязи между факторами устойчивого роста в условиях цифровой трансформации и определены институциональные условия их эффективного взаимодействия. На заключительном этапе обоснованы направления совершенствования институциональной среды для обеспечения устойчивого экономического роста в Российской Федерации.

Результаты исследования

Анализ теоретических подходов к исследованию институциональных основ экономического роста показывает, что в современной экономической науке сложилось понимание институтов как фундаментального фактора, определяющего долгосрочную динамику экономического развития. Д. Норт обосновал, что институты создают структуру стимулов в экономике и выступают основным элементом, формирующим траекторию развития хозяйственных систем. В условиях цифровой экономики это положение приобретает особую значимость, поскольку цифровые технологии меняют не только технологический базис, но и саму природу экономических взаимодействий, что требует адекватной институциональной адаптации [2].

Институциональная среда, как показано в исследовании, охватывает формальные и неформальные институты, а также систему отношений, возникающих между экономическими субъектами в ходе воспроизводственных процессов. В её структуре выделяются регулирующая, защитная, системообразующая, стимулирующая и информационная функции. В контексте цифровой экономики содержание данных функций претерпевает изменения под воздействием таких факторов, как ускорение технологических изменений, децентрализация хозяйственных взаимодействий и закрепление за данными статуса самостоятельного производственного ресурса.

Отдельного рассмотрения требует вопрос о взаимодействии формальных и неформальных институтов в период цифрового перехода. Как установлено в работе, между указанными категориями институтов нередко складываются противоречия, способные существенно осложнять внедрение цифровых решений. Формальные нормы, зафиксированные в законодательных актах, нередко отстают от технологического развития и сложившейся практики их применения. Неформальные институты, в свою очередь, могут тормозить внедрение новых технологий, если они противоречат сложившимся привычкам и традициям. Преодоление этих противоречий требует системной институциональной политики, направленной на согласование формальных и неформальных правил игры.

Анализ зарубежного опыта формирования институциональных основ цифровой трансформации показывает, что страны-лидеры цифрового развития (США, Сингапур, Финляндия, Швеция, Дания) придерживаются стратегии активного институционального реагирования на технологические изменения [3, с. 38]. Эта стратегия включает: создание специализированных органов управления цифровой трансформацией; разработку национальных стратегий развития цифровой экономики с участи ем всех заинтересованных сторон; формирование регуляторных «песочниц» для тестирования новых бизнес-моделей; инвестиции в цифровую инфраструктуру и человеческий капитал; развитие механизмов защиты данных и кибербезопасности.

Важным выводом проведенного анализа является то, что институциональные заимствования без учета национальных особенностей оказываются малоэффективными. Попытки прямого копирования институтов стран-лидеров часто наталкиваются на сопротивление сложившихся неформальных практик и культурных традиций [4, с. 2179]. Поэтому формирование институциональной среды цифровой экономики должно учитывать национальный контекст и опираться на существующие институциональные структуры, адаптируя их к новым вызовам.

В ходе исследования установлено, что традиционные макроэкономические показатели, в первую очередь валовой внутренний продукт, фиксируют лишь количественные параметры хозяйственной деятельности, оставляя за скобками социальные, экологические и долгосрочные последствия экономического развития. Это особенно актуально в условиях цифровой экономики, где влияние технологий на производительность, занятость и качество жизни не всегда адекватно отражается в традиционных метриках.

Проведенный анализ эволюции показателей устойчивого развития позволяет выделить несколько этапов их трансформации. Первый этап (середина XX века) характеризовался доминированием ВВП как основного индикатора экономического прогресса [5, с. 127]. Однако уже в 1970–1980-е годы стало очевидным, что ВВП измеряет масштаб экономической активности, но не отражает благосостояние нации и не учитывает истощение природного капитала. Второй этап (1990-е годы) ознаменовался появлением комплексных индикаторов, таких как Индекс человеческого развития, а также показателей скорректированных чистых накоплений, оценивающих изменение совокупного богатства страны. Третий этап (2000-е годы) связан с развитием систем показателей, интегрирующих экономические, социальные и экологические измерения. Современный этап характеризуется переходом к системе Целей устойчивого развития ООН, включающей 17 целей и около 247 индикаторов.

Обобщающая информация об этапах эволюции показателей устойчивого развития представлена в таблице.

Таблица

Эволюция подходов к измерению устойчивого экономического роста

Период	Доминирующая концепция	Ключевые показатели	Основные недостатки, преодолеваемые на следующем этапе
1950-е гг.	Рост как увеличение объема выпуска	Валовой внутренний продукт (ВВП), валовой национальный продукт (ВНП)	Игнорирование социального благополучия, экологического ущерба и неравенства
1970–1980-е гг.	Признание ограниченности ресурсов	Попытки расчета «зеленого» ВВП	Методологические сложности денежной оценки экологического ущерба
1990-е гг.	Развитие как расширение возможностей	Индекс человеческого развития (ИЧР)	Недостаточный учет экологической устойчивости и институциональных факторов
2000-е гг.	Управление богатством нации	Скорректированные чистые накопления («истинные сбережения»)	Высокая трудоемкость расчетов и потребность в обширных данных
2010-е гг. — н.в.	Интегрированный подход	Система показателей Целей устойчивого развития ООН (ЦУР)	Сложность агрегации большого числа индикаторов в единую картину

Источник: составлено автором

В результате исследования предложена авторская многоуровневая классификация показателей устойчивого экономического роста, учитывающая специфику цифровой трансформации. Первый уровень составляют базовые показатели, оценивающие абсолютный масштаб и динамику экономики (темпы роста реального ВВП, ВВП на душу населения). Второй уровень включает показатели качества и эффективности роста: производительность труда, доля высокотехнологичных отраслей в ВВП, энергоемкость, инвестиции в НИОКР, скорректированные чистые накопления. Третий уровень образуют показатели социальной инклюзивности: коэффициент Джини, уровень бедности, рост медианного дохода, индекс человеческого развития. Четвертый уровень составляют показатели экологической устойчивости: выбросы парниковых газов, динамика площади лесов, экологический след. Пятый уровень представлен институциональными и управленческими показателями: индекс верховенства закона, индекс восприятия коррупции, качество регулирования.

Такая классификация позволяет перейти от вопроса «насколько быстро растет экономика» к более комплексным вопросам: за счет чего растет экономика, для кого растет экономика, какой ценой достигается рост, насколько прочна основа для будущего роста. В контексте цифровой экономики особое значение приобретают показатели, отражающие уровень цифровизации: доля сектора ИКТ в валовой добавленной стоимости, доля населения, использующего интернет, индекс сетевой готовности, показатели цифровой грамотности населения.

Анализ показал, что в Российской Федерации наблюдается положительная динамика индекса сетевой готовности, что свидетельствует о

наличии устойчивой взаимосвязи между технологической модернизацией и социально-экономическими показателями благосостояния [6, с. 160]. Однако по ряду позиций страна отстает от мировых лидеров, что обусловлено как объективными причинами (масштаб территории, неравномерность развития регионов), так и институциональными факторами (недостаточная гибкость регулирования, слабая координация усилий разных ведомств).

Проведенный анализ позволил установить, что факторы устойчивого экономического роста в условиях цифровой экономики образуют сложную систему взаимосвязанных элементов. Традиционные детерминанты роста (капитал, труд и технологический прогресс) трансформируются под влиянием цифровизации, приобретая новое качественное содержание.

Особое значение в современных условиях приобретает человеческий капитал, который выступает не просто одним из факторов производства, а ключевым условием освоения и эффективного использования цифровых технологий. Как показало исследование, инвестиции в образование, профессиональную переподготовку и повышение квалификации работников создают основу для долгосрочного экономического роста. Цифровизация предъявляет новые требования к компетенциям работников: умение анализировать и обрабатывать большие объемы данных, способность к быстрой адаптации к меняющимся технологиям, развитие социального и эмоционального интеллекта.

В работе выявлена двусторонняя связь между человеческим капиталом и инвестиционной активностью. С одной стороны, квалифицированные работники повышают эффективность использования капитала и ускоряют внедрение инноваций. В свою очередь, инвестиции в основной капитал не только формируют дополнительные рабочие места, но и служат импульсом для повышения квалификации занятых. В условиях цифровой трансформации данная взаимосвязь приобретает более выраженный характер, поскольку внедрение новых технологических решений сопряжено не только с финансовыми затратами, но и с необходимостью целенаправленной подготовки кадрового состава.

Результаты проведённого анализа свидетельствуют о значимом влиянии цифровых технологий на динамику производительности труда, что находит подтверждение в статистических данных. Согласно расчётным оценкам, применение облачных вычислений позволяет субъектам малого и среднего предпринимательства уменьшить расходы на информационно-технологическое обеспечение в пределах 30–50 %, использование методов обработки больших данных в сегментах розничной торговли и логистики даёт возможность снизить издержки на 10–15 %, а внедрение инструментов «Индустрии 4.0» обеспечивает прирост эффективности на уровне 10–12 %. Вместе с тем достижение перечисленных эффектов становится возможным лишь при наличии сформированной институциональной среды, создающей стимулы для инвестирования в цифровые технологии и гарантирующей надлежащую охрану прав интеллектуальной собственности.

Повышение уровня благосостояния населения формирует основу для социальной устойчивости и укрепления доверия к действующим институтам, что в свою очередь обеспечивает преемственность экономического курса и предсказуемость государственной политики. В результате формируется положительная обратная связь: улучшение качественных параметров жизни населения поддерживает институциональную стабильность, которая, в свою очередь, создаёт предпосылки для последующего экономического роста.

Исследование состояния институциональной среды цифровой экономики в России позволило выявить ряд системных проблем, сдерживающих устойчивый экономический рост. К их числу относятся: несоответствие законодательства темпам технологического развития; дефицит квалифицированных кадров с требуемыми цифровыми компетенциями; региональный разрыв в уровне цифрового развития; недостаточная координация усилий разных ведомств в реализации цифровой политики; слабая защита интеллектуальной собственности в цифровой среде; высокий уровень транзакционных издержек, связанных с преодолением бюрократических барьеров.

Анализ структуры затрат на развитие цифровой экономики в России показал, что совокупные внутренние расходы в 2023 году достигли 3,3 трлн рублей, что составило 3,6% ВВП. При этом более трети всех средств (35%) направляется на оплату услуг связи и доступа к сети Интернет, тогда как доля затрат на НИОКР в области цифровых технологий составляет лишь 2,4% общего объема.

Важной проблемой является сопротивление цифровизации со стороны отдельных групп чиновников, которые могут терять доходы от устаревших правил или опасаться сокращения рабочих мест. Это сопротивление усиливается, если существующие интересы не учитываются при проведении реформ. Поэтому необходимым условием успешной цифровой трансформации является формирование коалиции заинтересованных сторон, включающей представителей бизнеса, государства, академического сообщества и общественных организаций.

На основе проведенного анализа предложены следующие направления совершенствования институциональной среды для обеспечения устойчивого экономического роста в условиях цифровой экономики:

1. Приведение законодательной и нормативно-правовой базы в соответствие с условиями функционирования цифровой экономики, в том числе в части регулирования оборота данных, деятельности цифровых платформ, применения систем искусственного интеллекта и технологий распределённого реестра. Представляется целесообразным формирование гибких регуляторных механизмов, которые не препятствовали бы внедрению инноваций и одновременно гарантировали защиту прав участников рыночных отношений.

2. Развитие институциональных структур, ориентированных на содействие цифровой трансформации хозяйственной системы. В числе приоритетных задач — учреждение специализированных органов, наделённых полномочиями по координации мероприятий в области цифровизации на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

3. Модернизация системы образования и профессиональной подготовки кадров с учетом потребностей цифровой экономики. Реализация данного направления предполагает не только пересмотр содержательной части образовательных программ в сторону их актуализации применительно к запросам цифрового рынка, но и выстраивание модели непрерывного обучения, обеспечивающей возможность повышения квалификации и переподготовки работающего населения на протяжении всего периода трудовой деятельности. Создание механизмов постоянного обновления компетенций призвано снизить риски структурной безработицы и кадрового дисбаланса, возникающих вследствие ускоренного технологического обновления производственных процессов.

4. Сокращение межрегиональных и межгрупповых различий в уровне цифрового развития. Достижение этой цели требует целенаправленного расширения телекоммуникационной и инфраструктурной базы в территориях с низким уровнем проникновения цифровых сервисов, а также системной работы по повышению цифровой грамотности различных возрастных и социальных групп населения. Обеспечение равного доступа к цифровым технологиям выступает фундаментальным условием формирования инклюзивной модели экономического роста, при которой выгоды от цифровизации — включая рост производительности труда, доступ к дистанционным услугам и участие в электронной коммерции — распределяются между регионами и социальными слоями более равномерно, не углубляя уже существующие разрывы.

5. Укрепление правовой охраны интеллектуальной собственности в цифровой среде. Совершенствование нормативно-правового регулирования в данной области создает предпосылки для активизации инновационной деятельности и повышения инвестиционной привлекательности разработок в сфере информационно-коммуникационных технологий. Помимо традиционных институтов патентного и авторского права, особое внимание следует уделить правовому регулированию оборота данных, которые в условиях цифровой трансформации экономики приобретают статус ключевого фактора производства наряду с трудом, капиталом и землей. Разработка четких правил сбора, хранения, обработки и коммерческого использования данных, а также определение ответственности за нарушение этих правил становится одной из приоритетных задач законодателя, от решения которой зависит как уровень доверия граждан к цифровым сервисам, так и конкурентоспособность национальных компаний на глобальных высокотехнологичных рынках.

6. Развитие механизмов институционального взаимодействия между государственными органами, предпринимательским сообществом, университетами и некоммерческими организациями, обеспечивающих координацию усилий в процессе цифровой трансформации. Эффективное сотрудничество перечисленных субъектов создаёт условия для наращивания инновационной активности и роста производительности труда.

Заключение

Проведённое исследование даёт основания для формулировки ряда выводов теоретического и прикладного характера, значимых для осмысления условий обеспечения устойчивого экономического роста в контексте цифровой экономики.

Устойчивый экономический рост в условиях цифровизации представляет собой многомерное явление, не сводимое к динамике количественных показателей; оно включает качественные преобразования в производственной структуре, социальных отношениях и институциональной среде. Цифровая трансформация открывает возможности для повышения производительности и улучшения качества жизни, однако

одновременно порождает вызовы, требующие адаптации институциональных условий.

Институциональная среда выступает в качестве фундаментальной предпосылки реализации потенциала цифровой экономики. От качества институтов зависит степень эффективности использования цифровых технологий в целях обеспечения устойчивого роста. В рассматриваемых условиях особое значение приобретают гибкость и адаптивность институциональных форм, их способность к оперативному реагированию на технологические сдвиги и формированию стимулов для инновационной деятельности.

Взаимосвязь факторов, определяющих устойчивый рост в цифровой экономике, носит сложный системный характер. Человеческий капитал, технологическое развитие, инвестиционная активность и качество институтов образуют единую систему, в которой укрепление одних элементов объективно требует соответствующего развития других.

Инвестиции в технологии без инвестиций в человеческий капитал и совершенствования институтов не дадут ожидаемого эффекта.

Для России актуальной задачей является преодоление институциональных барьеров, сдерживающих цифровую трансформацию. К числу таких барьеров относятся несоответствие законодательства темпам технологического развития, дефицит квалифицированных кадров, региональный разрыв в уровне цифрового развития, недостаточная координация усилий разных ведомств. Решение этих задач требует системной институциональной политики, учитывающей национальные особенности и опирающейся на лучшие мировые практики.

Эффективное партнерство между государством, бизнесом, университетами и некоммерческими организациями создает условия для роста инновационной активности, развития человеческого капитала и повышения производительности труда. Координация усилий всех заинтересованных сторон позволяет избежать институциональных ловушек и обеспечить устойчивый экономический рост.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использования при формировании государственной политики, направленной на устойчивый экономический рост в условиях цифровой экономики. Разработанные в работе подходы могут быть применены при создании программ цифровой трансформации, стратегий социально-экономического развития, а также при подготовке изменений в законодательстве, регулирующем цифровые процессы.

Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на разработку количественных методов оценки влияния институциональных факторов на темпы экономического роста в условиях цифровой трансформации, а также на анализ региональных особенностей институциональной адаптации к вызовам цифровой экономики. Особый интерес представляет исследование взаимосвязи между цифровизацией и социальной инклюзивностью роста, поскольку цифровая трансформация может как способствовать, так и препятствовать сокращению неравенства в зависимости от институциональных условий ее реализации.

Литература

1. Лазарев А.А., Рыбина И.А. Цифровая экосистема как инструмент устойчивого развития финансового института // Экономика строительства. – 2025. – № 4. – С. 502-504.
2. Кениг А. В. Цифровая экономика и ее влияние на экономический рост: российские и глобальные тенденции //Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2022. – №. 4 (54). – С. 10-14.
3. Kurpayanidi K., Yulbarsov F. Digital transformation in advanced economies global comparison and United Kingdom experience //Central Asian Journal of Education and Innovation. – 2026. – Т. 5. – №. 3. – С. 35-42.
4. Hechavarría D. M., Terjesen S. The institutional-ideological matrix: how freedom and ideology shape opportunity-to-necessity entrepreneurship: DM Hechavarría and S. Terjesen //Small Business Economics. – 2025. – Т. 65. – №. 4. – С. 2179-2215.
5. Индустриев М. А. Теория экономического развития: эволюция подходов и современная парадигма //Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Экономика. Управление. Право. – 2023. – Т. 23. – №. 2. – С. 126-133.
6. Камнева В. В., Баева Д. А. Оценка уровня цифровой трансформации экономики на основе Регионального индекса сетевой готовности / В. В. Камнева, Д. А. Баева // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2025. – № 3 (53). – С. 159–170. – URL: https://www.mfua.ru/upload/magazine/ru/03-2025.pdf#70#37 (дата обращения: 20.06.2026)

Transformation of the institutional environment as a condition for sustainable economic growth in the digital economy

Garifullina-Akhmadullina L.R.
Kazan (Volga Region) Federal University

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

The article examines the institutional conditions for ensuring sustainable economic growth in the context of digital transformation. The relevance of the topic is due to profound structural shifts in the global economy associated with the spread of digital technologies, which transform not only the technological basis of production, but also the system of economic relations and the institutional framework of economic activity. The purpose of the article is to provide a theoretical justification for the directions of transformation of the institutional environment as a condition for ensuring sustainable economic growth in the digital economy. The author analyzes theoretical approaches to the study of the institutional foundations of economic growth, identifies the features of the influence of the digital economy on the institutional environment, and systematizes the factors of sustainable growth in the context of digital transformation. The paper proposes an original multi-level classification of indicators of sustainable economic growth, taking into account economic, social, environmental and institutional dimensions. Based on data from international rankings and Russian statistics, systemic institutional barriers are identified: inconsistency of legislation with the pace of technological change, shortage of digital competencies, regional differentiation, weak coordination of departments. It is substantiated that institutional borrowing without taking into account national characteristics is ineffective. Conclusions are drawn about the need to adapt legislation, develop institutions to support digitalization, modernize education, reduce digital inequality and strengthen the protection of intellectual property. The implementation of these measures will ensure sustainable economic growth in the context of digital transformation.

Keywords: institutional environment, sustainable economic growth, digital economy, digital transformation, institutional barriers, human capital, regulatory «sandboxes», network readiness index, informal institutions, technological development.

References

1. Lazarev A. A., Rybina I. A. Digital ecosystem as a tool for sustainable development of a financial institution // Economics of Construction. – 2025. – No. 4. – P. 502-504.
2. Kenig A. V. Digital economy and its impact on economic growth: Russian and global trends // Theory and Practice of Service: Economics, Social Sphere, Technologies. – 2022. – No. 4 (54). – P. 10-14.
3. Kurpayanidi K., Yulbarsov F. Digital transformation in advanced economies: global comparison and United Kingdom experience // Central Asian Journal of Education and Innovation. – 2026. – Vol. 5, No. 3. – P. 35-42.
4. Hechavarría D. M., Terjesen S. The institutional-ideological matrix: how freedom and ideology shape opportunity-to-necessity entrepreneurship // Small Business Economics. – 2025. – Vol. 65, No. 4. – P. 2179-2215.
5. Industriev M. A. Theory of economic development: evolution of approaches and modern paradigm // Bulletin of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Law. – 2023. – Vol. 23, No. 2. – P. 126-133.
6. Kamneva V. V., Baeva D. A. Assessment of the level of digital transformation of the economy based on the Regional Network Readiness Index // Bulletin of the Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. – 2025. – No. 3 (53). – P. 159-170. – URL: https://www.mfua.ru/upload/magazine/ru/03-2025.pdf#70#37 (accessed: 20.06.2026).

Искусственный интеллект как фактор макроэкономической трансформации: анализ инвестиций, производительности и структурных сдвигов на рынке труда

Каршина Яна Вячеславовна
студент, факультет международных экономических отношений, Московский государственный институт международных отношений МГИМО МИД РФ

В статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на важнейшие макроэкономические составляющие: инвестиционную активность, производительность труда и структурную динамику рынка занятости. Автор анализирует, как внедрение и распространение технологий ИИ трансформирует инвестиционные процессы, формируя мультипликативный эффект, и одновременно изменяет спрос на рабочую силу через механизмы замещения, дополнения и создания новых задач. Особое внимание уделяется концепции ИИ как технологии общего назначения, что позволяет сравнить происходящие сдвиги с предыдущими промышленными революциями. В работе рассматриваются как позитивные эффекты — рост производительности, снижение издержек и ускорение общей факторной производительности, — так и системные риски: формирование инвестиционного «пузыря», поляризация занятости и угроза «ловушки автоматизации», ведущей к падению совокупного спроса. Комплексный анализ базируется на моделях Кейнсианского креста, производственной функции Кобба — Дугласа и современных теоретических подходах, включая модель Асемоглу и Рестрепо. Делается вывод о необходимости адаптации экономической политики к новым технологическим реалиям для сбалансированного и устойчивого роста.

Ключевые слова: искусственный интеллект; экономика; инвестиции; производительность; рынок труда; занятость, совокупный спрос, макроэкономический эффект, мультипликатор, инвестиционная ловушка, ии-трансформация.

Искусственный интеллект – это одно из самых быстро формирующихся и развивающихся направлений науки, которое оказывает значительное влияние на многие сферы деятельности человека. В современном мире искусственный интеллект создает возможности в различных отраслях, включая производство, торговлю, медицину, искусство, образование и многие другие. Данная технология играет особую роль в модернизации повседневной жизни общества, обеспечивая автоматизацию и развитие процессов принятия решений, повышая при этом их эффективность и производительность.

Согласно организации экономического сотрудничества и развития, искусственный интеллект – это машинная система, способная для заданного набора целей делать прогнозы, давать рекомендации или принимать решения, влияющие на реальную или виртуальную среду.

Оценка макроэкономических эффектов от внедрения технологий искусственного интеллекта (ИИ) требует глубокого анализа структурных трансформаций экономики. ИИ не является узкоспециализированным инструментом, а напротив, выступает катализатором глубоких качественных изменений во всей архитектуре мирового хозяйства.

Центральное место в анализе данных процессов занимает концепция технологий общего назначения - ТОП (англ. General Purpose Technologies, GPT), разработанная исследователями Стэнфордского университета Т. Ф. Бреснаханом и М. Трахтенбергом. Согласно их теории, развитие мирового хозяйства на протяжении последних столетий определялось появлением ограниченного числа фундаментальных инноваций, способных реорганизовать целые социально-экономические системы.

Отличительными чертами ТОП, согласно исследованию, являются:

- Универсальность и широта охвата: способность технологии к интеграции в постоянно растущий спектр отраслей хозяйства.
- Высокий потенциал для совершенствования технологии, что ведет к снижению издержек на её внедрение и созданию на её основе принципиально новых продуктов и сервисов.
- Стимулирование инновационной активности: появление инноваций и создание новых продуктов в смежных секторах.
- Прямое влияние на показатели производительности: воздействие на эффективность труда и капитала как на национальном уровне, так и в масштабах всей мировой экономической системы.

Исторически в основе каждой промышленной революции лежала конкретная технология общего применения. Если первой такой технологией стал паровой двигатель, обеспечивший переход к машинному производству, а последующими — электричество и двигатель внутреннего сгорания, то в современных условиях новой фундаментальной технологией становится искусственный интеллект. Его уникальность заключается в способности автоматизировать не только рутинные физические операции, но и сложные когнитивные процессы, что создает предпосылки для перехода к новому технологическому укладу и долгосрочному экономическому росту.

Важно отметить, что развитие искусственного интеллекта неразрывно связано с огромными инвестициями, которые являются важнейшим компонентом совокупного дохода согласно основному макроэкономическому тождеству:

Y = C + I +G + Xn, где
Y - национальный доход,
C - потребительские расходы,
I – инвестиции,
G - государственные расходы, Xn - чистый экспорт

Основными направлениями инвестиций, связанными с технологией искусственного интеллекта, а также смешными отраслями экономики являются капиталовложения в:

1) Объекты инфраструктуры

- Центры обработки данных (ЦОДы) — это специальный объект, в котором размещаются серверы и сопутствующее инженерное оборудование для хранения, обработки и передачи больших объёмов информации. Так, согласно международному энергетическому агентству инвестиции в развитие дата-центров в 2025 году превзойдут инвестиции в нефть, достигнув $580 млрд. Технологические компании мира в последние годы активно вкладываются в создание новых центров обработки

данных (ЦОДов) для обучения и развития различных моделей искусственного интеллекта (ИИ).

- Вычислительные мощности – ресурсы графических процессоров, тензорных и других процессоров, разработка специализированных чипов и пр. Такие специализированные инструменты напрямую влияют на скорость обучения моделей, оптимизацию алгоритмов и работу систем с большими объёмами данных.

- Энергетический комплекс. ЦОДы и новейшие компьютерные системы требует огромного количества электроэнергии и модернизацию электросетей. Так, по данным Международного энергетического агентства (МЭА) за 2024 год, дата-центры уже сейчас потребляют около 415 тераватт-часов электроэнергии — это примерно 1,5% от мирового потребления.

2) Разработки фундаментальных моделей и исследования технологии ИИ

- Обучение больших языковых моделей (LLM, Large Language Model). Качественное улучшение больших языковых моделей – ресурсоёмкий процесс, который требует значительных временных и вычислительных затрат. Стоимость обучения одной модели следующего поколения исчисляется миллиардами долларов.

- Человеческий капитал. Инвестиции в человеческий капитал в условиях ии-трансформации направлены на повышение квалификации сотрудников за счёт развития навыков, специализированных знаний и способностей, а также адаптации системы образования к новым цифровым реалиям.

- Сбор и разметка данных: Инвестиции в покупку лицензионного контента и создание качественных датасетов, от которых зависит качество и точность ИИ-моделей.

3) Корпоративную интеграцию. К данной категории инвестиций относятся средства, направленный на внедрение ИИ в текущие бизнес-процессы. Например, использование технологии ИИ в ERP (enterprise resource planning) системах, предназначенных для планирования ресурсов предприятия. Также, важно отметить, что с ростом угроз, создаваемых ИИ, компании вынуждены вкладывать миллиарды в защитные алгоритмы для обеспечения кибербезопасности предприятий.

Помимо инвестиций, направленных на развитие технологии ИИ, критическую роль на макроэкономическую среду играют государственные расходы (Компонент G макроэкономического тождества), направленные на обеспечение технологического суверенитета стран. Сегодня государства разрабатывают программы финансирования внедрения искусственного интеллекта в военно-промышленный сектор, национальные вычислительные мощности, программы образования и др.

Для того, чтобы проанализировать непосредственное влияние инвестиций и государственных расходов в области искусственного интеллекта на национальную экономику, стоит обратить внимание на модель «Кейнсианского креста» (Рис.1). Данная модель основывается на принципе эффективного спроса, согласно которому равновесный уровень ВВП (Y) достигается тогда, когда фактические расходы в экономике равны планируемым расходам.

В краткосрочном периоде ИИ выступает как мощный драйвер автономных инвестиций — вложений, которые инициируются не ростом текущего дохода, а научно-техническим прогрессом. Масштабный приток инвестиций в и государственные расходы на разработку ИИ – моделей приводят к параллельному сдвигу линии планируемых расходов вертикально вверх.

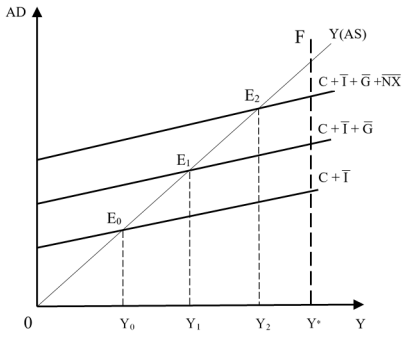


Рис. 1 модель «Кейнсианский крест»

Благодаря эффекту мультипликатора автономных расходов, влияние ИИ на экономику расширяется, так изменение любого компонента автономных расходов – инвестиций, государственных расходов – приводит к многократному изменению равновесного уровня дохода. Например, привлечение инвестиций на некоторую величину приводит к тому, что лица, получившие этот доход, тратят часть его на потребление, что становится доходом для других, и так далее. Формула мультипликатора:

$k = \frac{\Delta Y}{\Delta A}$, где

k – мультипликатор автономных расходов;

ΔY – изменение равновесного ВВП;

ΔA – изменение автономных расходов.

На сегодняшний день огромный потенциал ИИ делает технологию крайне привлекательной для инвестиций. Однако, там, где ожидания прибыли значительно опережают реальные темпы роста производительности возникает риск формирования пузыря. Так, согласно Международному валютному фонду (МВФ): «Потенциальный крах бума ИИ может соперничать с крахом «доткомов» 2000-2001 годов по степени тяжести, особенно учитывая доминирование нескольких технологических компаний в рыночных индексах и вовлечение менее регулируемых частных кредитных займов, финансирующих большую часть экспансии отрасли».

Некоторые эксперты отмечают, что ситуация, сложившаяся в IT-секторе, подтверждает опасения о существовании «пузыря» на рынке. Анализируя ключевые финансовые показатели компаний, можно отметить, что соотношение капитализации к прибыли (Price-to-Earnings) некоторых ведущих корпораций превышает 50-70, а иногда и 100 при оптимальном уровне в 15-20. Кроме того, многие участники рынка искусственного интеллекта отличаются кратно увеличенным отношением цены к объёму продаж (Price-to-Sales) по сравнению с традиционными технологическими компаниями. Стоит отметить, что исходя из опроса, проведенным Банком Америки, в котором приняло более 200 управляющих крупнейших компаний, распоряжающихся активами в объеме 550 млрд долл. опасения касаемо кризиса в секторе искусственного интеллекта, стремительно растут.

Лопание «ИИ – пузыря» запустит как в мировой экономике, так и в экономике отдельной страны цепочку макроэкономических сдвигов: резкий спад инвестиций сократит совокупный спрос, спровоцирует рост структурной безработицы в смежных отраслях, что неизбежно приведет к снижению ВВП за счёт эффекта мультипликатора в большем размере и соответственно к спаду деловой активности.

Тем не менее, среди специалистов признается и другая точка зрения, согласно которой существующие рынки ИИ не являются «пузырями». Во – первых, в отличие от периода «пузыря дот-комов» в 2000 году, современные технологии достигли уже значительной коммерциализации. Сегодня новые системы находят применение в широком спектре областей от здравоохранения до розничной торговли и пр. Во-вторых, возможности ИИ постоянно расширяются: мультимодальное понимание предложенной ситуации, улучшение способности к логическому мышлению, внедрение новых больших языковых моделей. Непрерывное появление инноваций, а также внедрение необходимой и относительно доступной инфраструктуры для больших данных и вычислений создают базу для будущего роста даже в случае рыночной коррекции, подтверждая позитивные ожидания инвесторов в высокотехнологичном секторе.

Важным фактором опровержения риска «пузыря ИИ» является реальная очевидная окупаемость инвестиций. Исследование международной консалтинговой компании McKinsey показывает, что компании, успешно внедрившие ИИ, добились снижению затрат в среднем на 20-30%.

Для того, чтобы определить как ИИ влияет на экономический рост, нужно обратиться к производственной функции Кобба – Дугласа, которая отражает взаимосвязь между количеством используемых в производстве ресурсов и объемом выпуска продукции в стране.

$Y = AK^{\alpha}L^{\beta}$, где

Y – величина совокупного выпуска (ВВП);

A – коэффициент технологической производительности;

K – размер капитала, используемого в национальной экономике;

L – затраты труда (число занятых или количество человека – часов работы);

α и β – коэффициенты эластичности объема выпуска по капиталу (α) и (β) и труду.

Исходя из учитываемых в функции факторов, темп прироста выпуска составляют: вклад роста капитала, вклад роста занятости и вклад технического прогресса. Анализируя степень влияния научно-технического прогресса на экономический рост, можно его квалифицировать как капиталосберегающим, трудосберегающим и нейтральным.

С появление искусственного интеллекта научно-технический прогресс можно отнести к трудосберегающему типу, под влиянием которого повышается эффективность труда одного работника.

Однако в контексте современных моделей (например, модели Асемоглу и Рестрепо), влияние ИИ на экономический рост реализуется через три ключевых механизма:

- Эффект замещения: ИИ позволяет автоматизировать задачи, которые ранее требовали участия человека. Это снижает издержки производства и ведет к перераспределению долей дохода между факторами производства в пользу капитала.
- Эффект дополнения: повышая производительность оставшегося труда, ИИ создает новые задачи и рабочие места, требующие более высокой квалификации, что в конечном итоге должно компенсировать негативные последствия автоматизации.
- Ускорение общей факторной производительности. В классической модели инновации создает человек, с появлением ИИ его роль в научно – исследовательских и опытно – конструкторских работах постоянно возрастает. На сегодняшний день с большей скоростью оптимизируются алгоритмы, проектируются более мощные процессоры, открываются новые химические соединения и многое другое. Технология ИИ используется для создания, еще более совершенного ИИ и инфраструктуры, что заставляет коэффициент А расти не линейно, а экспоненциально.

В аналитическом отчете «Прогнозируемое влияние генеративного ИИ на будущий рост производительности», опубликованном Пенсильванским университетом Уортон представлены прогнозируемые показатели экономического роста и производительности с учетом развития ИИ. Ожидается, что искусственный интеллект приведет к постоянному повышению уровня экономической активности, хотя его вклад в ежегодный темп роста производительности со временем ослабнет.

Уровень мирового ВВП будет на 1,5% выше к 2035 году, почти на 3% выше к 2055 году и на 3,7% выше к 2075 году по сравнению со сценарием без ИИ. Наибольший ежегодный вклад в рост производительности (до 0,2 процентного пункта) придется на начало 2030-х годов. После 2035-х годов рост производительности вернется к своему долгосрочному тренду, но с небольшим постоянным повышением (0,04 п.п.) за счет отраслевых сдвигов.

Несмотря на потенциальное ускорение темпов прироста ВВП, развитие ИИ ставит перед экономической теорией вопрос о «ловушке автоматизации». Если темпы замещения труда превысят темпы создания новых задач, экономика может столкнуться с падением совокупного спроса, что потребует пересмотра налоговой политики (например, введения налога на роботов) или систем социального обеспечения.

Таким образом, ИИ как фактор экономического роста выступает не только как инструмент повышения эффективности общей факторной производительности, но и как технология, радикально меняющая предельную производительность труда, что в долгосрочной перспективе может привести к переходу к новому типу суперинтенсивного экономического роста.

ИИ – трансформация рынка труда

Анализируя влияние искусственного интеллекта на рынок труда, многие эксперты пришли к выводу, что современные технологии порождают не резкое сокращение, а глубокую трансформацию профессиональных функций работников и структуры занятости в целом.

Согласно докладу Международного валютного фонда автоматизация, роботизация, цифровизация и развитие ИИ формируют спрос на качественно новые компетенции у сотрудников. Развитие ИИ – инфраструктуры, появление новых моделей и алгоритмов требуют новый набор навыков, практически не существовавших несколько лет назад. Сегодня же чаще всего происходит перераспределение задач и изменение должностных обязанностей. ИИ всё ещё инструмент, но не полноценный сотрудник. По оценкам экспертов МВФ около 40% рабочих мест по всему миру подвержены изменениям, связанным с внедрением ИИ, являясь причиной серьезных опасений о возможном сокращении среди работающего населения.

Кроме того, в современных экономических реалиях новую ветвь развития получила модель квалификационно-несимметричных технических изменений (Skill-Biased Technological Change). В отличие от предшествующих технологий общего назначения, оптимизировавших преимущественно рутинные задачи, ИИ демонстрирует беспрецедентную способность к выполнению когнитивных функций, которые традиционно считались прерогативой высокообразованных специалистов. Современные алгоритмы машинного обучения не просто дополняют человеческий капитал, но и способны замещать высококвалифицированных сотрудников в процессах обработки массивов данных, распознавания закономерностей и принятия решений. В результате профессии, которые ранее считались невосприимчивыми к автоматизации из-за их сложности и зависимости от глубоких знаний, теперь сталкиваются с потенциальными структурными изменениями.

В основе модели лежат допущения о несовершенном замещением между группами навыков, при этом новые технологии систематически повышают производительность труда высококвалифицированных работников по сравнению с низкоквалифицированными профессиями. Более того, динамика спроса на рабочую силу в условиях развития ИИ определяется взаимодействием эффектов замещения, масштаба и восстановления.

Эффект замещения отражает замену труда капиталом (включая ИИ) при выполнении конкретных задач. Когда алгоритмы ИИ могут выполнять задачи более эффективно, чем сотрудники, компании заменяют труд технологическим капиталом, снижая спрос на рабочую силу и потенциально уменьшая заработную плату. Этот эффект наиболее сильно проявляется в задачах, характеризующихся высокой кодифицируемостью и ограниченными требованиями к креативности или сложному социальному взаимодействию.

Ключевым механизмом долгосрочного экономического роста выступает эффект восстановления — формирование принципиально новых задач (например, архитектура алгоритмов или дизайн пользовательского опыта), которые восстанавливают роль человеческого труда в производственной цепочке, дополняя возможности ИИ.

Помимо этого, проявляется эффект повышения производительности труда. В процессе автоматизации снижаются производственные издержки, что позволяет расширить объем производства и, следовательно, увеличить спрос на неавтоматизированные задачи. Этот эффект масштаба создает рабочие места и приводит к росту заработной платы.

В итоге ИИ провоцирует глубокую поляризацию национальных рынков труда. Модель квалификационно-несимметричных изменений предсказывает «вымывание» профессий среднего звена, чей функционал состоит из стандартных когнитивных задач, например: обработка данных, финансовый учет, администрирование и т.п.

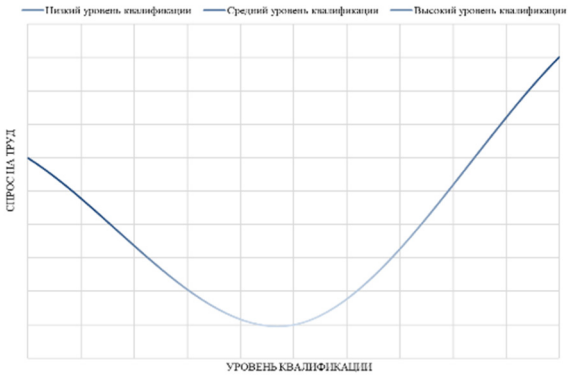


Рисунок 2.3 Доля патентов в области ИИ по секторам, средний показатель по странам.
Источник: Составлено и рассчитано автором на основе данных, опубликованных Организацией экономического сотрудничества и развития. Режим доступа: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-employment-outlook-2025_194a947b-en.html (дата обращения: 09.04.2026)

Таким образом, искусственный интеллект сегодня не является автоматически положительным драйвером изменений структуры национальной экономики. Его внедрение влечет за собой целый ряд рисков, которые требуют соответствующей институциональной среды и регулирования.

Литература

1. Н. В. Комаровская, Л. Н. Артамонова, И. Б. Назарова. Макроэкономика: учебное пособие [Электронный ресурс]. – URL: https://book.ru/book/962772 (дата обращения: 10.01.2026).
2. А. С. Булатов, А. В. Кузнецов, Н. М. Мамедова. Мировая экономика и международные экономические отношения. Полный курс: учебник [Электронный ресурс]. – URL: https://book.ru/book/962504 (дата обращения: 19.01.2026).
3. Носова С. С. Цифровая экономика: учебник / С. С. Носова, А. В. Путилов, А. Н. Норкина. – Москва: КноРус, 2026. – 304 с. – ISBN 978-5-406-16415-0.– Режим доступа: для зарегистрированных пользователей [Электронный ресурс]. – URL: https://book.ru/book/962641 (дата обращения: 04.02.2026).

4. Aghion, P. Artificial Intelligence and Economic Growth / P. Aghion, B. F. Jones, C. I. Jones [Электронный ресурс]. // National Bureau of Economic Research. – URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23928/w23928.pdf (дата обращения: 02.05.2026).

5. The projected impact of generative AI on future productivity growth [Электронный ресурс]. // Penn Wharton Budget Model. – URL: https://budgetmodel.wharton.upenn.edu/p/2025-09-08-the-projected-impact-of-generative-ai-on-future-productivity-growth/ (дата обращения: 06.01.2026).

6. Brynjolfsson, E. Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: a Clash of Expectations and Statistics / E. Brynjolfsson, D. Rock, C. Syverson [Электронный ресурс]. // University of Chicago Press. – URL: https://academic.oup.com/chicago-scholarship-online/book/34158/chapter-abstract/289499092?redirectedFrom=fulltext (дата обращения: 30.05.2026).

7. Организация экономического сотрудничества и развития: официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: https://www.oecd.org/ (дата обращения: 17.03.2026).

8. Международный валютный фонд: официальный сайт. – URL: www.imf.org [Электронный ресурс]. (дата обращения: 12.05.2026).

Artificial intelligence as a driver of macroeconomic transformation: investment, productivity and structual labor market shifts

Karshina Ya.V.
Moscow State Institute of International Relations (MGIMO)

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

This article examines the impact of artificial intelligence (AI) on key macroeconomic components: investment activity, labor productivity, and the structural dynamics of the labor market. The author analyzes how the adoption and diffusion of AI technologies transform investment processes, generating a multiplier effect, while simultaneously reshaping labor demand through the mechanisms of substitution, complementarity, and the creation of new tasks. Particular attention is paid to the concept of AI as a General Purpose Technology, which allows for a comparison of the ongoing shifts with previous industrial revolutions. The paper considers both positive effects — productivity growth, cost reduction, and acceleration of total factor productivity — and systemic risks: the formation of an investment "bubble," labor market polarization, and the threat of an "automation trap" leading to a decline in aggregate demand. The comprehensive analysis draws on the Keynesian cross model, the Cobb–Douglas production function, and contemporary theoretical approaches, including the Acemoglu–Restrepo framework. The conclusion emphasizes the need to adapt economic policy to new technological realities in order to achieve balanced and sustainable growth.

Keywords: Artificial Intelligence, Economics, Investment, Productivity, Labor Market, Employment, Aggregate Demand, Macroeconomic Effect, Multiplier, Investment Trap, AI Transformation.

References

1. N. V. [Komarovskaya, L. N. Artamonova, I. B. Nazarova. Macroeconomics: a textbook] [Elektronnyj resurs]. – URL: https://book.ru/book/962772 (data obrashcheniya: 10.01.2026) (In Russian).

2. A. S. [Bulatov, A. V. Kuznetsov, N. M. Mamedova. World Economy and International Economic Relations. Complete Course: a textbook] [Elektronnyj resurs]. – URL: https://book.ru/book/962504 (data obrashcheniya: 19.01.2026) (In Russian).

3. Nosova S. S. [Digital Economy: a textbook] / S. S. Nosova, A. V. Putilov, A. N. Norkina. – Moskva: KnoRus, 2026. – 304 s. – ISBN 978-5-406-16415-0.– Rezhim dostupa: dlya zaregistrirovannykh pol'zovatelej [Elektronnyj resurs]. – URL: https://book.ru/book/962641 (data obrashcheniya: 04.02.2026) (In Russian).

4. Aghion, P. Artificial Intelligence and Economic Growth / P. Aghion, B. F. Jones, C. I. Jones [Электронный ресурс]. // National Bureau of Economic Research. – URL: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23928/w23928.pdf (дата обращения: 02.05.2026).

5. The projected impact of generative AI on future productivity growth [Электронный ресурс]. // Penn Wharton Budget Model. – URL: https://budgetmodel.wharton.upenn.edu/p/2025-09-08-the-projected-impact-of-generative-ai-on-future-productivity-growth/ (дата обращения: 06.01.2026).

6. Brynjolfsson, E. Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: a Clash of Expectations and Statistics / E. Brynjolfsson, D. Rock, C. Syverson [Электронный ресурс]. // University of Chicago Press. – URL: https://academic.oup.com/chicago-scholarship-online/book/34158/chapter-abstract/289499092?redirectedFrom=fulltext (дата обращения: 30.05.2026).

7. [Organization for Economic Cooperation and Development: official website] [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.oecd.org/ (data obrashcheniya: 17.03.2026) (In Russian).

8. [International Monetary Fund: official website] . – URL: www.imf.org [Elektronnyj resurs]. (data obrashcheniya: 12.05.2026) (In Russian).

Эволюция научных подходов к понятию конкурентоспособности предприятия

Ларина Юлия Сергеевна
аспирант, Гжельский государственный университет, julija-krylova@mail.ru,

Борисова Оксана Васильевна
кандидат экономических наук, доцент, начальник управления профессионального развития и карьеры, Гжельский государственный университет, borysova2014@mail.ru

В статье рассматривается эволюция научных подходов к понятию конкурентоспособности предприятия в контексте развития экономической теории, стратегического менеджмента и институциональной экономики. Посредством анализа основных теоретических концепций показана необходимость комплексного подхода к пониманию конкурентоспособности. Научная новизна исследования заключается в систематизации подходов с позиций их применимости к условиям цифровой экономики и в обосновании трактовки конкурентоспособности предприятия как многоуровневой динамической способности, формируемой во взаимодействии внутренних ресурсов и институциональной среды.

Ключевые слова: конкурентоспособность предприятия, конкуренция, стратегический менеджмент, ресурсы, динамические способности, цифровая экономика.

Конкурентоспособность предприятия является одной из ключевых категорий современной экономической науки и практики управления. В условиях глобализации, цифровизации и усиления нестабильности внешней среды способность предприятия формировать и удерживать конкурентные преимущества становится определяющим фактором его устойчивого развития [7].

Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых проблематике конкурентоспособности, в научной литературе отсутствует единый универсальный подход к её трактовке. Это обусловлено сложностью и многоаспектностью данного явления, а также эволюцией экономических условий и управленческих парадигм [10].

Актуальность исследования обусловлена усилением конкурентной борьбы между предприятиями в условиях глобализации и цифровизации экономики. Быстрое изменение рыночной среды, технологий и потребительских предпочтений требует переосмысления традиционных научных подходов к понятию конкурентоспособности предприятия. В этой связи особое значение приобретает анализ эволюции теоретических концепций, позволяющий выявить их применимость в современных условиях хозяйствования.

Изучением вопросов, направленных на анализ конкурентоспособности занимались такие ученые как: М. Портер, А Смит, Д. Рикардо, Л.Н. Серков, Г.В. Вайцеховская, М.В. Токарева, Е.В. Пономаренко и другие.

Цель исследования заключается в выявлении и систематизации этапов эволюции научных подходов к трактовке конкурентоспособности предприятия, а также в формировании интегративного теоретического обобщения, отвечающего современным условиям хозяйствования.

Задачи исследования:

1. Проанализировать основные этапы формирования научных взглядов на конкурентоспособность предприятия.
2. Выявить ограничения традиционных подходов.
3. Обосновать необходимость интеграции ресурсных, динамических и институциональных концепций.

1. Классические и неоклассические представления о конкуренции и конкурентоспособности

Истоки научных представлений о конкурентоспособности предприятия берут начало в трудах классической политической экономии. А. Смит рассматривал конкуренцию как механизм саморегулирования рынка, обеспечивающий эффективное распределение ресурсов. В рамках данного подхода конкурентоспособность предприятия напрямую связывалась с его способностью производить товары с меньшими издержками по сравнению с конкурентами [9].

Д. Рикардо, развивая теорию сравнительных преимуществ, подчеркивал значение специализации и эффективности использования факторов производства. Хотя его анализ был сосредоточен преимущественно на макроэкономическом уровне, заложенные им идеи впоследствии были адаптированы для анализа конкурентных преимуществ фирм [6].

Неоклассическая экономическая теория развила идеи классической школы, предложив более строгий и формализованный анализ рынков. В рамках моделей совершенной и несовершенной конкуренции предприятие рассматривалось как экономический субъект, стремящийся получить максимальную прибыль. При этом конкурентоспособность предприятия связывалась прежде всего с его способностью снижать издержки, устанавливать конкурентные цены, повышать производительность труда и эффективно использовать ресурсы.

Ограниченность неоклассического подхода заключалась в его статичности и абстрагировании от внутренних особенностей предприятий, что в дальнейшем стало объектом критики со стороны представителей альтернативных направлений [1].

2. Структурно-отраслевой подход и теория конкурентных сил

Существенный вклад в развитие теории конкурентоспособности внес структурно-отраслевой подход, сформировавшийся во второй половине XX века. Одним из наиболее известных его представителей является М. Портер, предложивший модель пяти конкурентных сил [5].

В рамках данного подхода конкурентоспособность предприятия определяется его положением в отрасли и способностью противостоять давлению со стороны конкурентов, поставщиков, покупателей, товаров-заменителей и потенциальных новых участников рынка. Основное внимание уделяется анализу внешней среды и выбору конкурентной стратегии — лидерства по издержкам, дифференциации или фокусирования.

Данный подход стал важным этапом в развитии стратегического менеджмента, поскольку позволил систематизировать факторы отраслевой конкуренции. Однако его ограничением является относительное игнорирование уникальных внутренних ресурсов и компетенций предприятия.

Ресурсная концепция конкурентоспособности предприятия

Ответом на ограничения отраслевого подхода стала ресурсная теория фирмы (Resource-Based View). Согласно данной концепции, конкурентоспособность предприятия формируется за счет уникальных ресурсов и способностей, которыми оно располагает.

Ключевыми характеристиками стратегически значимых ресурсов являются их ценность, редкость, трудность имитации и незаменимость. Дополнительно к указанным признакам в современных исследованиях выделяются такие характеристики, как специфичность ресурса по отношению к конкретному предприятию, ограниченная мобильность, а также способность ресурса сохранять свою ценность во времени. Важное значение имеет и степень интеграции ресурса в организационные процессы, поскольку именно сочетание и взаимодополняемость ресурсов формируют устойчивые конкурентные преимущества.

К стратегически значимым ресурсам относятся не только материальные активы, но и нематериальные — знания, репутация, организационная культура, управленческие компетенции, а также организационные рутинные процессы и способность предприятия к обучению и накоплению опыта, которые трудно формализуются и практически не поддаются копированию со стороны конкурентов.

Таблица 1

Стратегически значимые ресурсы предприятия

Группа стратегических ресурсов	Содержание ресурсов	Причины стратегической значимости
Материальные ресурсы	Производственное оборудование, инфраструктура, технологии, сырьевые базы	Обеспечивают базовые условия деятельности; могут быть источником преимущества при высокой эффективности и масштабе
Знания и интеллектуальный капитал	Профессиональные знания персонала, ноу-хау, патенты, результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ,	Обладают высокой ценностью и трудной имитацией, формируются накопительным путём
Репутация и бренд	Деловая репутация, узнаваемость бренда, доверие потребителей и партнёров	Социальная сложность и длительность формирования ограничивают возможности копирования
Организационная культура	Ценности, нормы поведения, стиль управления, внутрифирменные отношения	Исторически обусловлена, трудно формализуется и практически не воспроизводится конкурентами
Управленческие компетенции	Способности руководства к стратегическому мышлению, принятию решений, координации	Определяют эффективность использования всех других ресурсов
Организационные рутинные процессы	Устойчивые процедуры, бизнес-процессы, управленческие рутины	Обеспечивают стабильность и воспроизводимость результатов, формируются со временем
Способность к обучению и накоплению опыта	Организационное обучение, адаптация, трансформация знаний	Является основой динамических способностей и долгосрочной конкурентоспособности

В рамках ресурсного подхода конкурентоспособность рассматривается как результат эффективного накопления, развития и использования внутренних возможностей предприятия. Данный подход позволил сместить акцент с внешней среды на внутренние факторы и стал основой для дальнейшего развития теории динамических способностей [10].

3.1 Ресурсная теория фирмы как теоретическая основа анализа конкурентоспособности

Ресурсная теория фирмы (Resource-Based View, RBV) представляет собой одно из ключевых направлений современной теории стратегического менеджмента, объясняющее источники устойчивых конкурентных преимуществ предприятия через призму его внутренних ресурсов и способностей. В рамках данного подхода предприятие рассматривается не только как участник отраслевой конкуренции, но прежде всего как носитель уникального набора материальных и нематериальных ресурсов.

Согласно положениям ресурсной теории, различия в уровне конкурентоспособности предприятий обусловлены асимметрией распределения ресурсов и неодинаковой способностью фирм к их эффективному использованию. При этом особое значение придаётся нематериальным активам — знаниям, управленческим компетенциям, организационной культуре, репутации и инновационному потенциалу, которые трудно поддаются копированию и воспроизводству.

Наиболее распространённым инструментом анализа в рамках RBV является модель VRIN, в соответствии с которой стратегически значимыми признаются ресурсы, обладающие ценностью (Value), редкостью (Rarity), трудной имитируемостью (Imitability) и незаменимостью (Non-substitutability). Наличие таких ресурсов позволяет предприятию формировать устойчивые конкурентные преимущества и поддерживать высокий уровень конкурентоспособности в долгосрочной перспективе.

В контексте исследования конкурентоспособности предприятия ресурсная теория имеет принципиальное значение, поскольку смещает акцент с внешних рыночных условий на внутренние источники развития, что особенно актуально в условиях экономики знаний и цифровой трансформации [5].

Таблица 2

Сравнительная характеристика ресурсной теории фирмы и отраслевого подхода М. Портера

Критерий сравнения	Ресурсная теория фирмы (RBV)	Теория конкурентных сил М. Портера
Объект анализа	Внутренние ресурсы и способности предприятия	Отраслевая структура и внешняя среда
Источник конкурентных преимуществ	Уникальные, трудно имитируемые ресурсы	Благоприятное положение в отрасли
Характер конкурентоспособности	Внутренний, фирмо-ориентированный	Внешний, рыночно-ориентированный
Временной горизонт	Долгосрочный	Средне- и краткосрочный
Роль нематериальных активов	Ключевая	Ограниченная
Устойчивость преимуществ	Высокая при соблюдении VRIN-критериев	Зависит от динамики отрасли
Основные ограничения	Статичность, слабый учёт внешней среды	Недостаточный учёт внутренних различий фирм

4. Концепция динамических способностей и инновационный подход

В условиях быстроменяющейся внешней среды устойчивые конкурентные преимущества становятся все более временными. Это обусловило появление концепции динамических способностей, согласно которой конкурентоспособность предприятия определяется его способностью адаптироваться, трансформироваться и обновлять свои ресурсы

Инновационный подход подчеркивает ключевую роль научно-технического прогресса, инновационной активности и способности к обучению. Предприятия, обладающие развитым инновационным потенциалом, получают возможность формировать новые рынки и изменять правила конкуренции [4].

В данном контексте конкурентоспособность приобретает процессный и эволюционный характер, а не рассматривается как статическое состояние.

5. Институциональные и поведенческие аспекты конкурентоспособности

Современные исследования все чаще учитывают влияние институциональной среды на конкурентоспособность предприятия. Правовые нормы, государственная политика, культурные и социальные факторы формируют рамочные условия для ведения бизнеса и могут как усиливать, так и ограничивать конкурентные возможности предприятий.

Поведенческий подход акцентирует внимание на роли управленческих решений, когнитивных ограничений и организационного поведения. Конкурентоспособность в данном случае зависит от качества стратегического мышления, лидерства и корпоративного управления [2].

6. Современные тенденции в трактовке конкурентоспособности предприятия

В условиях цифровизации и развития экономики знаний понятие конкурентоспособности приобретает новые измерения. Возрастает значение цифровых платформ, данных, сетевых эффектов и экосистемного взаимодействия.

Современные подходы рассматривают конкурентоспособность предприятия как комплексную, многомерную и динамичную категорию, включающую экономические, технологические, социальные и экологические аспекты. Особое внимание уделяется устойчивому развитию и социальной ответственности бизнеса [8].

7. Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна исследования заключается в развитии теоретических представлений о конкурентоспособности предприятия на основе интеграции эволюционных, ресурсных, динамических и институциональных подходов. В отличие от традиционных трактовок, в которых конкурентоспособность рассматривается преимущественно как результат или совокупность показателей, в работе она интерпретируется как **многоуровневая динамическая способность предприятия**, формируемая и реализуемая во времени под воздействием как внутренних факторов (ресурсы, компетенции, инновационный потенциал), так и внешней институциональной среды.

В рамках исследования были:

- систематизированы научные подходы к понятию конкурентоспособности предприятия с позиций их применимости в условиях цифровой экономики;
- выявлены ограничения статических и односторонних моделей оценки конкурентоспособности;
- обоснована целесообразность перехода от результатно-ориентированного к процессно-ориентированному пониманию конкурентоспособности.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования полученных теоретических выводов в деятельности хозяйствующих субъектов при разработке и корректировке конкурентных стратегий. Представленные обобщения могут быть использованы:

- в практике стратегического и инновационного менеджмента предприятий;
- при формировании программ повышения конкурентоспособности на микроуровне;
- в образовательном процессе при изучении дисциплин «Стратегический менеджмент», «Экономика предприятия», «Конкурентоспособность организации».

Полученные результаты создают методологическую основу для дальнейшей разработки инструментов диагностики и оценки конкурентоспособности предприятий в условиях цифровой трансформации и устойчивого развития.

Проведённый анализ показал, что эволюция научных подходов к понятию конкурентоспособности предприятия отражает усложнение экономических систем и управленческих моделей. Классические и неоклассические теории заложили основы понимания конкуренции через эффективность и ценовые преимущества, однако их ограниченность стала очевидной в условиях динамичной и инновационной экономики.

Развитие отраслевых, ресурсных и динамических концепций позволило сместить акцент на стратегический характер конкурентоспособности, роль уникальных ресурсов, организационных компетенций и способности к адаптации. Институциональный и поведенческий подходы дополнили анализ учётом влияния внешней среды и управленческих решений.

Научная новизна заключается в обосновании трактовки конкурентоспособности предприятия как многоуровневой динамической способности, формируемой в результате взаимодействия внутренних ресурсов, инновационного потенциала и институциональных условий функционирования. Такой подход позволяет преодолеть фрагментарность существующих концепций и может быть использован как теоретическая основа для дальнейших прикладных исследований.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой методик оценки конкурентоспособности предприятий в условиях цифровой трансформации и устойчивого развития.

Литература

1. Бендерская, О. Б. Финансовый анализ и планирование : учебник / О. Б. Бендерская. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2023. — 305 с. — ISBN 978-5-361-01258-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/145272.html (дата обращения: 01.02.2026).
2. Вайцеховская, С.С. Исследование конкурентных преимуществ организаций, их видов, источников и путей развития : учебное пособие / С. С. Вайцеховская, Г. В. Токарева, М. В. Пономаренко, Е. В. Скиперская. — Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. — 128 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/133821.html (дата обращения: 30.01.2026)
3. Мазилкина, Е. И. Управление конкурентоспособностью : учебное пособие / Е. И. Мазилкина, Г. Г. Паничкина. — 2-е изд. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 397 с. — ISBN 978-5-4486-0458-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79818.html (дата обращения: 01.02.2026).
4. Половникова, Н.А. Конкурентоспособность предприятия: сущность и оценка / Н.А. Половникова, М.С. Блохин. — Economy and Business: Theory and Practice, vol. 5-3 (99), 2023.
5. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / М. Портер. — Москва : Интеллектуальная Литература, 2021. — 948 с.
6. Рикардо Д. Начала политэкономии и налогового обложения / Д. Рикардо. — Москва : Neoclassic, 2022. — 576 с.
7. Семейко, Е.В. Конкурентоспособность предприятия и её особенности определения в современных условиях / Е.В. Семейко. — Форум молодых учёных 1(29) 2019.
8. Серков, Л. Н. Управление конкурентоспособностью : курс лекций / Л. Н. Серков. — Симферополь : Университет экономики и управления, 2022. — 204 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124420.html (дата обращения: 05.02.2026).
9. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А Смит. — Санкт-Петербург : Азбука, 2021. — 544 с.
10. Шутько, Л. Г. Конкурентная стратегия предприятия и анализ рынков : учебное пособие / Л. Г. Шутько. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2024. — 136 с. — ISBN 978-5-00137-485-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/148662.html (дата обращения: 05.02.2026).

The Evolution of Scientific Approaches to the Concept of Enterprise Competitiveness

Larina Yu.S., Borisova O.V.
Gzhel State University

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

This article examines the evolution of scientific approaches to the concept of enterprise competitiveness in the context of the development of economic theory, strategic management, and institutional economics. An analysis of key theoretical concepts demonstrates the need for a comprehensive approach to understanding competitiveness. The scientific novelty of this study lies in its systematization of approaches based on their applicability to the digital economy and in its substantiation of the interpretation of enterprise competitiveness as a multi-level dynamic capability formed through the interaction of internal resources and the institutional environment.

Keywords: enterprise competitiveness, competition, strategic management, resources, dynamic capabilities, digital economy.

References

1. Benderskaya, O. B. Financial Analysis and Planning: a textbook / O. B. Benderskaya. - Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, EBS ASV, 2023. - 305 p. - ISBN 978-5-361-01258-9. - Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/145272.html (date accessed: 01.02.2026).
2. Vaitsekhovskaya, S.S. Research of competitive advantages of organizations, their types, sources and development paths: a textbook / S. S. Vaitsekhovskaya, G. V. Tokareva, M. V. Ponomarenko, E. V. Skiperskaya. — Stavropol: Stavropol State Agrarian University, 2023. — 128 p. — Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/133821.html (accessed: 30.01.2026)
3. Mazilkina, E. I. Competitiveness Management: a textbook / E. I. Mazilkina, G. G. Panichkina. — 2nd ed. — Saratov: IPR Media, 2019. — 397 p. — ISBN 978-5-4486-0458-4. — Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/79818.html (accessed: 01.02.2026).
4. Polovnikova, N.A. Enterprise Competitiveness: Essence and Assessment / N.A. Polovnikova, M.S. Blokhin. — Economy and Business: Theory and Practice, vol. 5-3 (99), 2023.
5. Porter, M. Competitive Strategy: A Methodology for Analyzing Industries and Competitors / M. Porter. — Moscow: Intellectual Literature, 2021. — 948 p.
6. Ricardo, D. Principles of Political Economy and Taxation / D. Ricardo. — Moscow: Neoclassic, 2022. — 576 p.
7. Semeyko, E.V. Enterprise competitiveness and its determination features in modern conditions / E.V. Semeyko. - Forum of young scientists 1 (29) 2019.
8. Serkov, L. N. Competitiveness management: lecture course / L. N. Serkov. - Simferopol: University of Economics and Management, 2022. - 204 p. - Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [website]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/124420.html (date accessed: 05.02.2026).
9. Smith, A. Research on the nature and causes of the wealth of nations / A. Smith. - St. Petersburg: Azbuka, 2021. - 544 p.
10. Shutko, L. G. Competitive strategy of the enterprise and market analysis: a textbook / L. G. Shutko. - Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2024. - 136 p. - ISBN 978-5-00137-485-5. - Text: electronic // Digital educational resource IPR SMART: [site]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/148662.html (date of access: 02/05/2026).

Современные векторы развития китайской политики и экономики во взаимоотношениях с Россией

Белоусова Татьяна Павловна
старший преподаватель, кафедра восточных языков, Дипломатическая Академия МГИМО Министерства иностранных дел России, tp_belousova@mail.ru

В современных условиях быстро развивающейся глобализации и формирования взаимосвязанного мирохозяйственного комплекса стратегическое партнерство России и Китая выступает мощным креативным фактором исторического процесса и цивилизационного развития. Сотрудничество Российской Федерации и Китайской Народной Республики активизирует процесс институционализации новой мировой финансово экономической архитектуры, является локомотивом структурного укрепления и повышения международного значения БРИКС и ЕАЭС, имеет большие исторические перспективы в рамках глобальной экономики и многополярного мира.

Ключевые слова: Китайская политика, КНР, Китай и Россия, партнерство Китая и России, международная торговля, перспективное сотрудничество, геополитика.

Основная часть

Как отмечают политологи, Китай – не только страна, но и цивилизация. После утверждения о цивилизации КНР, появилась концепция Тянься (天下), которая гласит, что в мире существует сбалансированный порядок, основанный на этическом превосходстве некоторых государств [2].

Как цивилизация, китайское общество объединено особенной этической культурой, богатой историей, традициями и религией. Помимо этого, граждане Китая имеют общие социально-этические взгляды на мир и политику, а также психологические и морально-нравственные особенности, которые отличают их от остальных государств.

Китай усилил свою политическую влиятельность и стал доминирующей державой в Восточной Азии, а также занял второе место по экономической мощности в мире, после США. Вовлечённый в сотрудничество, торговые отношения, решение международных проблем, Китай уже укрепил отношения в Восточноазиатском регионе и со странами партнёрами [1].

Крупная численность китайского населения составляет значительный политический и экономический ресурс, а завидные достижения китайской экономики уже давно превратили Китай в значительного конкурента странам Запада. В такой гегемонии присутствуют четкие ориентиры, которые помогают ее выстраивать - культурное наследие, история государства, традиции, этика [3].

Однополярный мир, который существовал после распада Советского Союза, характеризовался единоличным доминированием США во всех сферах - политической, экономической и военной. Но, с течением времени, другие страны, такие как Китай, Россия и Индия, стали активно развиваться и укреплять свою позицию в мировой арене.

Рисунок 1 – Стратегия построения многополярного мира

В настоящее время, КНР является одним из ключевых игроков в развивающемся мире. Своим стремительным экономическим ростом и военными возможностями он становится значительным конкурентом для США и влиятельным сторонником России. Китай активно развивает свои военные силы и стремится к укреплению своего влияния в регионе Азии-Тихоокеанский бассейн.

Важным историческим моментом было когда, в 1992 году в Китае Цзян Цзэминь впервые выразил тезис о том, что биполярная система мирового устройства, завершила свое существование вместе с распадом СССР. После чего мир вступает в новую эпоху создания нового мира.

Президент России В.В. Путин в Послании Федеральному Собранию Российской Федерации 20 февраля 2019 г. высоко оценил качество современных российско-китайских отношений, подчеркнув их конструктивную роль в обеспечении глобальной безопасности и важное значение в развитии экономического потенциала Евразийского региона и всей мировой экономики: «Наши равноправные взаимовыгодные отношения с Китаем сегодня служат важным стабилизирующим фактором в мировых делах, в обеспечении безопасности в Евразии, показывают пример плодотворного сотрудничества в экономике».

Изучение специфики и перспектив российско-китайского стратегического партнерства в XXI веке является актуальной научной задачей, решение которой дает возможность определить и проанализировать новые векторы современного цивилизационного развития в условиях утверждения формирования нового многополярного мира. Стратегиче-

ское партнерство предполагает выстраивание между странами долговременных экономических, промышленно-технологических и культурных взаимоотношений, реализация которых в историческом времени и глобальном пространстве обеспечивает максимальное соответствие национальным интересам участников, а также является фактором формирования новой мировой архитектуры XXI в.

Россия и Китай являются динамично развивающимся союзом двух технологически развитых государств, стремящихся обратить свой возросший промышленный и инвестиционно-экономический потенциал в новый индустриальный и финансовый вес в геоэкономике, создать новый центр мирового политического и экономического влияния на Евразийском пространстве и в Азиатско-Тихоокеанском регионе. В США признают растущую геополитическую роль Китая, который уже в настоящее время стал крупнейшим фактором формирования глобального политического и экономического порядка.

Главная тенденция российско-китайского взаимодействия в XXI веке состоит в том, что по мере расширения стратегического партнерства и институционализации БРИКС, ШОС и ЕАЭС Россия и Китай совместно приобретают все более значимую роль в системе геополитики, формируя систему многополярного мира [4]. В данном отношении показательны слова одного из ведущих американских политологов Джона Миршаймера: «Думаю, что мы живем в многополярном мире, где есть три великих державы – Китай, Россия и Соединенные Штаты». Соответственно, взаимоотношения России, Китая и США оказывают мощное влияние на формирование новой мировой архитектуры, в значительной степени предопределяющей образ глобальной цивилизации XXI века [6].

С 2014 года Россия столкнулась с трудностями в политических взаимоотношениях с другими странами, в связи с присоединением Крыма и конфликта на Украине, Соединенные Штаты Америки, страны Европейского Союза и ряд других стран приняли решение о вводе экономических санкций против России. Ограничения, выдвинутые европейскими странами, подтолкнули РФ к установлению связей со странами Востока, в частности с Китаем [5]. До событий 2014 года Россия стремилась установить взаимовыгодные отношения со странами Евросоюза, но сейчас главным экономическим партнером РФ выступает Китай. КНР и Россия укрепили свои деловые связи за счет значительного роста торговли. Несмотря на пандемию и нестабильные взаимоотношения России с другими странами, Китай не намерен прекращать сотрудничество.

Ниже представлены данные взаимной торговли КНР и России, млн. долл. США.

Таблица 1

Показатели взаимной торговли КНР и России, млн. долл. США.

Год	Товарооборот, млн. долл.	Экспорт (РФ в КНР), млн. долл.	Импорт (из КНР в РФ), млн. долл.	Доля Китая во внешней торговле России, %
2018	66 108,23	28 021,25	38 086,98	14,13
2019	86 964,34	38 922,04	49 042,30	14,89
2020	108 283,49	56 065,50	52 217,99	15,74
2021	110 918,57	56 791,58	54 127,00	16,64
2022	103 969,18	49 060,96	54 908,22	18,31
2023	140 704,47	68 028,87	72 675,60	17,92
2024	240 000,00	129 000,00	111 000,00	>32,00
2025	228 100,00	113 000,00	115 000,00	33,00

Из таблицы видно, что в 2023 году товарооборот взаимной торговли между Россией и Китаем увеличился до 140 704, 47 млн. долл. США, это на 36 735,29 млн. долл. больше, чем в 2022 году. Аналогичным образом увеличились экспорт и импорт в 2023 году. Экспорт составил 68 028,87 млн. долл. в 2023 году, он вырос на 18 967, 91 млн. долл. по сравнению с 2022 году. Импорт в 2023 году составил 72 675,60 млн. долл. это на 17 767, 38 млн. долл. больше, чем в 2022 году, в котором импорт составил 54 908,22 млн. долл. Самые низкие показатели импорта и экспорта были в 2018 году.

Самая большая доля Китая во внешней торговле России была в 2022 году и составила 18,31%, в 2023 году доля Китая снизилась на 0,39%. Самый низкий показатель был в 2018 году и составил 14,13%. По итогу, можно сказать, что доля КНР во внешней торговле России имеет тенденцию к увеличению, также как и удельный вес Китая в экспорте и импорте России[8].

В 2024 году товарооборот достиг рекордных 240 млрд долл., а доля Китая превысила 32%. В 2025 году товарооборот снизился до 228,1 млрд долл. (-7%), однако доля КНР выросла до 33%, а импорт из Китая в Россию увеличился до 115 млрд долл., что впервые за последние годы сформировало положительное сальдо для Китая. Это указывает на устойчивое укрепление позиций КНР в российской внешней торговле, несмотря на временное сокращение совокупного товарооборота.

Замедление взаимной торговли между КНР и Россией обусловлено политическим конфликтом России в 2014 году. Взаимная торговля снизилась из-за затяжного экономического кризиса во время пандемии и нестабильности товарного оборота с другими странами. КНР вводила ограничения на пропускных пунктах, что в последствие останавливало перевозки грузов через границу. Также произошло увеличение времени прохождения грузов, так как осуществлялась проверка продукции на присутствие вируса на их поверхности, дезинфекция всех контейнеров[9].

Снижение объемов торговли между Россией и КНР можно назвать не большим, хотя спад стал заметен в условиях экономического кризиса после пандемии Covid 19. Торговый оборот между Россией и КНР превысил 100 млрд. долл. За период с 2018 по 2021 гг.

Главными статьями экспорта Китая в Россию являются машины, оборудование и транспорт, доля составила 59,03% в 2020 году и 60,77 % в 2021 г., что на 1,74% больше. Маленький импорт из Китая составляют продовольственные товары (2,53% в 2020 году и 1,99% в 2021 г.). Самой большой статьей экспорта их России в Китай стали минеральные продукты и составили 65,45 % в 2020 году и 74,37 % в 2021 году. Самой маленькой статьей экспорта в Китай стала продукция химической промышленности и составила 3,83 % в 2020 году и 3,69 % в 2021.

На изменения в структуре товарной торговли между ЕС и КНР влияют не только политические конфликты, но и внутренние процессы в странах. Китай уже более 10 лет занимается повышением уровня технологичности Китая во всех его сферах. Новые технологичные программы, электромеханическая продукция, высокий уровень образования и медицины, повышают конкурентоспособность Китая.

В настоящее время Китай является одной из самых технологичных стран мира, проявляя амбиции во всех областях. Также Китай запустил процесс интернационализации юаня, с целью повышения престижа государства на международной арене, сопряженного с другими политическими выгодами.

Интернационализация юаня упрощает проведение трансграничных операций для субъектов Китая и позволяет оказывать экономическое влияние на зарубежных стран-партнеров. В настоящее время китайский юань является одной из резервных валют Международного Валютного Фонда. Несмотря на это, валюта КНР не представляет особый интерес для других стран. Лидерство США на протяжении долгого времени закрепило за долларом статус главной мировой валюты. Америка не заинтересована в укреплении позиций Китая и тем более в интернационализации юаня[10].

На сегодняшний день Китай призывает своих основных торговых партнеров создать зону международных расчетов в юанях, как альтернативу долларовой системе. Незаинтересованность стран-партнеров обусловлена ограничениями, которые распространяются на передвижение финансовых потоков внутри КНР, и доступ к финансовым операциям в юанях.

По результатам проведенного исследования можно сказать, что Китай ведет эффективную внешнюю политику по установлению благоприятных взаимоотношений со странами-партнерами, сотрудничество с которыми укрепляет экономические связи. Это можно заменить по показателям внешней торговли Китая с Россией и другими странами.

Литература

1. Белоусова Т. П. Этапы развития российско-китайских отношений. Планы и перспективы // Социально-гуманитарные знания. 2024. № 12. С. 354–356.
2. Белоусова Т. П. Инвестиции КНР в Россию: особенности и перспективы // Финансовые рынки и банки. 2026. № 4. С. 506–508.
3. Давыдов А. С. Пекин, Вашингтон, Москва: взаимоотношения в контексте трансформации глобальной архитектоники. Москва: Издательство РУСИ, 2015. 377 с.
4. Дэн Сяопин. 邓小平文选 (Собрание сочинений). Т. 3. Пекин: Издательство Жэньминь, 1993. 432 с.
5. Дробинин А. Ю. Образ многополярного мира // Россия в глобальной политике. 2023. Т. 21, № 2. С. 54–62.
6. Галимзянова А. К. Роль и место культуры в китайско-иранских отношениях // Проблемы Дальнего Востока. 2022. № 4. С. 45–56.
7. Mearsheimer J. J. Conversations in International relations: Interview with John J. Mearsheimer (part I) // International Relations. 2006. № 20. P. 113.

8. Raby G. China’s Grand strategy and Australia’s future in the new global order. Melbourne: University Press Digital, 2020.

9. Шавшуков В. М. Развивающиеся рынки стран БРИКС в системе глобальных финансов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Серия: Экономика. 2012. Вып. 1. С. 119–126.

10. Юсупова Э. Р. Влияние санкций, введённых в 2022 году на состояние экономики России // Экономика, бизнес, инновации: сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции (Пенза, 25 марта 2022 года). Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г. Ю.), 2022. С. 84–86.

Current vectors of chinese policy and economic development in relations with Russia

Belousova T.P.
Diplomatic Academy of MGIMO

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

In today's context of rapidly evolving globalization and the formation of an interconnected global economic complex, the strategic partnership between Russia and China is a powerful creative factor in the historical process and civilizational development. Cooperation between the Russian Federation and the People's Republic of China is accelerating the institutionalization of a new global financial and economic architecture, driving the structural strengthening and enhancement of the international significance of BRICS and the EAEU, and holding great historical promise within the global economy and a multipolar world.

Keywords: Chinese policy, PRC, China and Russia, China-Russia partnership, international trade, promising cooperation, geopolitics.

References

1. Belousova, T. P., “Stages of Development of Russian-Chinese Relations. Plans and Prospects.” Social and Humanitarian Knowledge, 2024, no. 12, pp. 354–356.
2. Belousova, T. P., “China’s Investments in Russia: Features and Prospects.” Financial Markets and Banks, 2026, no. 4, pp. 506–508.
3. Davydov, A. S., “Beijing, Washington, and Moscow: Relationships in the Context of the Transformation of the Global Architectonics.” Moscow: RUSI Publishing House, 2015, 377 p.
4. Deng Xiaoping. Collected Works. Vol. 3. Beijing: Renmin Publishing House, 1993, 432 p.
5. Drobinin A. Yu. The Image of a Multipolar World // Russia in Global Affairs. 2023. Vol. 21, No. 2. pp. 54–62.
6. Galimzyanova A.K. The Role and Place of Culture in Chinese-Iranian Relations // Problemy Dalnego Vostoka. 2022. No. 4. pp. 45–56.
7. Mearsheimer J. J. Conversations in International Relations: Interview with John J. Mearsheimer (part I) // International Relations. 2006. No. 20. p. 113.
8. Raby G. China’s Grand Strategy and Australia’s Future in the New Global Order. Melbourne: University Press Digital, 2020.
9. Shavshukov V.M. Emerging Markets of the BRICS Countries in the Global Financial System // Bulletin of St. Petersburg State University. Series: Economy. 2012. Issue 1. Pp. 119–126.
10. Yusupova E. R. The Impact of Sanctions Introduced in 2022 on the State of the Russian Economy // Economy, Business, Innovation: Collection of Articles from the XVIII International Scientific and Practical Conference (Penza, March 25, 2022). Penza: Science and Education (IP Gulyaev G. Yu.), 2022. Pp. 84–86.

Региональные диспропорции влияния экологической модернизации на экспортные потоки КНР

Ван Юйпу
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 17855886268@163.com

Экологическая модернизация производственной базы КНР изменила товарную структуру экспорта: доля продукции с пониженной углеродоёмкостью и высокотехнологичного «зелёного» сегмента устойчиво приращивается, тогда как традиционные трудоёмкие позиции сжимаются. Соответствующий эффект распределяется по территории страны неравномерно, что формирует исследовательскую проблему количественной оценки региональной дивергенции. Цель состоит в измерении того, насколько асимметрично экологическая модернизация воздействует на экспортные потоки приморских и внутренних провинций. На авторской расчётной модели, опирающейся на официальные данные Главного таможенного управления КНР и Всемирной торговой организации за 2020–2026 гг., выполнены коэффициентный, структурный и факторный анализ; концентрация экспорта оценена индексом Херфиндаля–Хиршмана, межрегиональное расхождение – коэффициентом вариации интенсивности «зелёного» экспорта. Установлено, что приращение «зелёного» сегмента примерно на 78% детерминировано сдвигом товарной структуры, а не масштабом совокупного вывоза; при этом приморские провинции, удерживая около 68,8% экспорта, аккумулируют порядка 87,6% структурного прироста. Интенсивность «зелёного» экспорта приморского ядра превышает значение внутренних территорий приблизительно в 2,6 раза. Полученный разрыв означает, что экологическая модернизация выступает фактором не выравнивания, а углубления территориальной асимметрии экспортного потенциала, поскольку выгоды концентрируются в приморской зоне, а издержки трансграничного углеродного регулирования смещаются к углеродоёмким внутренним регионам.

Ключевые слова: экологическая модернизация, экспортные потоки, КНР, региональные диспропорции, «зелёный» экспорт, трансграничное углеродное регулирование, индекс концентрации, факторный анализ.

Введение

Экологическая модернизация в современном понимании трактуется как сопряжение промышленного развития с последовательным снижением ресурсо- и углеродоёмкости производства, а не как обособленная природоохранная надстройка над экономикой [11]. Для экспортоориентированных хозяйств этот процесс приобретает отчётливое внешнеторговое измерение: структура вывоза реагирует на ужесточение экологических требований одновременно со стороны внутреннего регулятора и со стороны рынков сбыта. Внешние экологические шоки – от пересмотра технических стандартов до введения углеродных сборов – переносятся на производственную базу и постепенно меняют её отраслевую специализацию [10].

Экологический параметр давно перестал быть нейтральным по отношению к конкурентоспособности и встроен в неё как самостоятельный фактор [7]. Экспортно-сырьевая модель, опирающаяся на наращивание физических объёмов вывоза, обнаруживает признаки исчерпания именно по экологическому контуру [9]. Для национальных экспортёров повестка декарбонизации формирует не отвлечённый фон, а прямое ограничение доступа на отдельные рынки [8].

КНР занимает в этой конфигурации особое положение, будучи одновременно крупнейшим в мире экспортёром и ведущим производителем оборудования для энергетического перехода. Переориентация хозяйственной модели на «зелёную» траекторию закреплена в программных документах и реформенной практике последнего десятилетия [3]. Развитие национальной экологической политики сопровождалось ужесточением нормативной базы и расширением системы торговли квотами на выбросы [13]. Влияние китайского хозяйственного контура на сопредельные региональные системы природопользования прослеживается и за пределами национальных границ [12], а роль экологического фактора в модернизации азиатских экономик остаётся неоднородной и зависящей от исходной отраслевой структуры [15].

Территориальная неоднородность КНР превращает агрегированную оценку экспортного эффекта модернизации в усреднение, скрывающее существенную внутреннюю дисперсию. Межрегиональная дифференциация экономического развития и экологической нагрузки фиксируется как устойчивое препятствие сбалансированному развитию [6]. На уровне трансграничных территорий хозяйственный рост и экологическая нагрузка расходятся по разным группам регионов [1]. Моделирование связи климатического регулирования торговых партнёров с объёмами вывоза показывает, что отклик экспорта на экологические ограничения распределяется между регионами неравномерно [2]. Несмотря на это, количественная оценка того, усиливает или сглаживает экологическая модернизация территориальную асимметрию экспортного потенциала КНР, остаётся недостаточно формализованной; настоящая работа восполняет этот пробел расчётом региональной дивергенции на данных 2020–2026 гг.

Материалы и методы исследования

Информационную основу составили официальные данные Главного таможенного управления КНР о товарном экспорте за 2020–2025 гг., публикации Всемирной торговой организации о доле страны в мировом вывозе, а также параметры трансграничного углеродного регулирования Европейского союза, действующего в основном режиме с 1 января 2026 г. Совокупный экспорт и его «зелёный» сегмент – электромобили, литий-ионные аккумуляторы, солнечные модули – рассматривались в национальной валюте; верхняя граница интервала доведена до доступных оперативных показателей 2026 г. Воздействие углеродных выбросов на параметры внешнеэкономической деятельности учитывалось как канал издержек для углеродоёмких отраслей [5].

Применены коэффициентный, горизонтальный и структурный анализ, индексный метод и факторный анализ способом цепных подстановок. Концентрация экспорта по провинциям измерена индексом Херфиндаля–Хиршмана и коэффициентом покрытия шести ведущих территорий; межрегиональное расхождение интенсивности «зелёного» экспорта – коэффициентом вариации. Распределение провинций на приморскую и внутреннюю группы выполнено по принятому в статистике КНР делению на одиннадцать приморских и двадцать внутренних административных образований. Поскольку детализированная провинциальная разбивка «зелёного» сегмента в открытых источниках агрегирована, соот-

ветствующие интенсивности реконструированы в рамках авторской модели как непротиворечивый расчётный пример, привязанный к фактическим долям провинций в совокупном экспорте и к национальному уровню «зелёной» доли; модельные величины обозначены как авторские и не приписываются ведомственной статистике.

Постановка вопроса об экологических аспектах модернизации применительно к восточным и внутренним регионам опиралась на сложившееся в литературе понимание расхождения траекторий развития территорий [4]. Эколого-экономические аспекты экспортоориентированных транспортных коридоров, связывающих внутренние районы с внешними рынками, учитывались при интерпретации логистической составляющей региональной асимметрии [14].

Результаты и обсуждение

Совокупный товарный экспорт КНР в 2020–2025 гг. возрастал немонотонно: после ускоренного приращения 2021 г. динамика 2023 г. показала незначительное сокращение к уровню предыдущего года, сменившееся восстановлением в 2024–2025 гг. На этом фоне «зелёный» сегмент рос опережающим темпом, а его удельный вес в совокупном вывозе увеличивался от года к году, хотя и с заметной паузой в середине периода. Сопоставление абсолютных значений, удельных весов и темпов приращения сведено в таблицу динамики (табл. 1).

Таблица 1

Динамика совокупного и «зелёного» экспорта КНР, 2020–2025 гг.

Год	Совокупный экспорт, трлн юаней	«Зелёный» экспорт, трлн юаней	Доля «зелёного» сегмента, %	Темп прироста «зелёного» экспорта, %
2020	17,93	0,41	2,29	–
2021	21,73	0,74	3,41	80,5
2022	23,97	1,03	4,30	39,2
2023	23,77	1,06	4,46	2,9
2024	25,45	1,09	4,28	2,8
2025	26,99	1,39	5,15	27,5

Источник: рассчитано автором по данным Главного таможенного управления КНР; значения «зелёного» сегмента – авторская модель.

Удельный вес «зелёного» сегмента за рассматриваемый интервал увеличился с 2,29 до 5,15%, то есть приблизительно в 2,25 раза, однако траектория этого приращения неравномерна. В 2023–2024 гг. доля стабилизировалась и даже незначительно снизилась относительно 2022 г., что, по всей видимости, отражает снижение долларовых цен на фотоэлектрические модули и аккумуляторные ячейки при сохранении физических объёмов поставок; стоимостный показатель в эти годы временно оторвался от натурального. Восстановление 2025 г. с темпом 27,5% вернуло сегмент к опережающей динамике.

Усреднённая по стране «зелёная» доля не передаёт того, как соответствующий эффект распределён по территории. Совокупный показатель складывается из существенно различающихся провинциальных значений, и именно дисперсия этих значений, а не их среднее, определяет региональную картину. Реконструкция провинциальной структуры экспорта и интенсивности «зелёного» сегмента по состоянию на 2025 г. представлена далее (табл. 2).

Таблица 2

Региональная структура экспорта и интенсивность «зелёного» сегмента, 2025 г.

Группа провинций / провинция	Доля в совокупном экспорте, %	Интенсивность «зелёного» экспорта, %	Вклад в «зелёный» экспорт, %
Гуандун	20,8	7,9	32,2
Чжэцзян	14,9	6,2	18,1
Цзянсу	13,2	6,8	17,6
Шаньдун	8,7	4,1	7,0
Шанхай	6,4	5,7	7,1
Фуцзянь	4,8	3,6	3,4
Внутренние регионы (25)	31,2	2,4	14,7

Источник: авторская модель по фактическим долям провинций в совокупном экспорте КНР.

Рассчитанный по провинциальному распределению индекс Херфиндаля–Хиршмана составил около 1010 пунктов, а коэффициент покрытия шести ведущих территорий – 68,8%, что соответствует умеренно высокой пространственной концентрации вывоза. Интенсивность «зелёного» экспорта при этом распределена ещё более неравномерно: коэффициент вариации по семи выделенным группам достигает 0,34. Взвешенная по экспортным долям интенсивность приморского ядра равна 6,34% против 2,4% во внутренних регионах, что даёт коэффициент региональной дивергенции 2,64.

Умеренно высокий уровень концентрации сам по себе не предопределяет дивергенции «зелёного» сегмента, поскольку пространственное распределение совокупного вывоза и распределение его низкоуглеродной части управляются разными факторами. Совокупный экспорт привязан к портовой логистике и исторически сложившимся производственным кластерам; «зелёная» интенсивность дополнительно зависит от наличия в регионе полного цикла выпуска оборудования энергетического перехода. Этим объясняется то, что коэффициент вариации интенсивности превышает разброс, который давало бы одно лишь различие в масштабах вывоза: к территориальной концентрации экспорта добавляется отраслевая концентрация низкоуглеродных производств, и две концентрации накладываются.

Содержательно этот разрыв объясняется совмещением в приморской зоне нескольких предпосылок: глубины обрабатывающей промышленности, доступа к портовой инфраструктуре, концентрации капитала и производственных цепочек «новой триады». Внутренние регионы, напротив, специализируются преимущественно на углеродоёмких переделах – чёрной металлургии, производстве алюминия и цемента, – которые в наименьшей степени формируют «зелёный» вывоз и в наибольшей подпадают под действие трансграничного углеродного регулирования. С 1 января 2026 г. соответствующий механизм Европейского союза действует в основном режиме; в первом квартале 2026 г. стоимость сертификата составила 75,36 евро за тонну CO2, а КНР оценивается как наиболее затронутый им торговый партнёр. По модельным расчётам, при расширении охвата механизма на продукцию последующих переделов прямые потери экспорта возрастают с 0,78 до 11,14 млрд евро. Тем самым модернизационный эффект оказывается двойственным: приморские провинции реализуют преимущественно его положительную, экспортоформирующую сторону, тогда как внутренние территории принимают на себя издержечную.

Чтобы отделить вклад масштаба вывоза от вклада структурного сдвига, приращение «зелёного» экспорта за 2024–2025 гг. разложено способом цепных подстановок с последующим распределением структурного эффекта между группами регионов (табл. 3).

Таблица 3

Факторное разложение прироста «зелёного» экспорта, 2024–2025 гг.

Фактор	Абсолютный вклад, трлн юаней	Доля в приросте, %
Масштаб совокупного экспорта	0,066	22,0
Структурный сдвиг («зелёная» доля)	0,234	78,0
– приморские провинции	0,205	68,3
– внутренние регионы	0,029	9,7
Итого прирост	0,300	100,0

Источник: расчёты автора.

Разложение показывает, что приращение «зелёного» экспорта на 78,0% определяется структурным сдвигом и лишь на 22,0% – расширением общего масштаба вывоза. Экспортный эффект экологической модернизации, следовательно, реализуется не через простое увеличение физических объёмов, а через перенастройку товарной структуры в пользу низкоуглеродных позиций. Внутри структурного эффекта на приморские провинции приходится 0,205 из 0,234 трлн юаней, то есть 87,6%, тогда как внутренние регионы дают оставшиеся 12,4%; небольшое расхождение сумм в пределах 0,01 трлн юаней обусловлено округлением при цепных подстановках.

Сопоставление долей выявляет асимметрию захвата эффекта. Приморское ядро, удерживая 68,8% совокупного экспорта, аккумулирует 87,6% структурного прироста, что соответствует коэффициенту опережения 1,27. Внутренние регионы при доле в экспорте 31,2% формируют лишь 12,4% структурного прироста, чему отвечает коэффициент 0,40. Группа территорий, изначально менее вовлечённая во внешнюю торговлю, оказывается ещё слабее представленной в той части экспортного роста, которую генерирует модернизация. Расхождение между значениями 1,27 и 0,40 количественно фиксирует расходящийся, а не сходящийся характер процесса.

Логистическая составляющая дополнительно усиливает наблюдаемую асимметрию. Низкоуглеродная продукция внутренних регионов, чтобы выйти на внешние рынки, проходит через приморские порты, и часть создаваемой стоимости фиксируется статистикой по месту таможенного оформления, а не по месту производства. Экспортоориентированные транспортные коридоры, связывающие внутренние районы с побережьем, частично компенсируют этот сдвиг, однако их пропускная способность и удельная стоимость перевозки остаются ограничивающим параметром. Растущий внутренний выпуск низкоуглеродной продукции конвертируется в зарегистрированный «зелёный» экспорт внут-

ренних регионов медленнее, чем сопоставимый по объёму выпуск приморской зоны, что отчасти завышает оценку приморского вклада и одновременно отражает реальное распределение экспортной выручки.

Совокупность полученных оценок указывает на то, что экологическая модернизация в КНР воздействует на экспортные потоки преимущественно через структурный канал и распределяет это воздействие пространственно неравномерно. Коэффициент дивергенции 2,64 и пара коэффициентов захвата 1,27 и 0,40 описывают конфигурацию, в которой приморская зона конвертирует накопленный потенциал «зелёного» производства в экспортную долю, а внутренние регионы несут издержки углеродного регулирования без сопоставимого выигрыша. Разрыв между группами по итогам периода не сокращается. Это позволяет с осторожностью предполагать, что без целенаправленной перенастройки промышленной и логистической политики выравнивающего эффекта от модернизации ожидать не приходится.

Заключение

Экологическая модернизация в КНР функционирует как фактор территориальной дивергенции экспортного потенциала. Интенсивность «зелёного» вывоза приморского ядра превышает значение внутренних регионов приблизительно в 2,6 раза, и за рассмотренный интервал этот разрыв не сокращается, а воспроизводится. Усреднённая национальная оценка, скрывающая подобную дисперсию, существенно занижает региональную составляющую процесса.

Опираясь на факторное разложение, основной вклад в приращение «зелёного» сегмента – порядка четырёх пятых – вносит сдвиг товарной структуры, а не расширение физического масштаба поставок. Экспортный отклик на модернизацию реализуется через изменение состава вывозимой продукции, и именно поэтому он концентрируется там, где сосредоточены производственные цепочки низкоуглеродных отраслей. Приморские провинции, удерживающие свыше двух третей экспорта, забирают почти девять десятых структурного прироста; коэффициенты захвата 1,27 для приморской и 0,40 для внутренней групп очерчивают меру этой асимметрии.

Внутренние и северные территории, специализирующиеся на углеродоёмких переделах, оказываются в положении, где модернизация оборачивается прежде всего издержкой. Трансграничное углеродное регулирование смещает дополнительную нагрузку именно на эти регионы, усиливая исходную диспропорцию по второму, затратному контуру.

Практический разворот полученного результата состоит в том, что инструменты, нацеленные на агрегированный рост «зелёного» экспорта, не выравнивают межрегиональный разрыв автоматически; для его сокращения требуется адресная поддержка низкоуглеродной переориентации внутренних производств и развитие связывающих их с внешними рынками экспортоориентированных коридоров. Без этого положительная сторона модернизации будет и далее локализоваться в приморской зоне.

Количественные ориентиры исследования – коэффициент дивергенции свыше 2,6, доля структурного фактора около 78% и стоимость углеродного сертификата 75,36 евро за тонну CO2 в начале 2026 г. – задают опорные значения для последующего уточнения провинциальных оценок по мере раскрытия детализированной отраслевой статистики.

Литература

1. Делюга А.В. Регионы трансграничного взаимодействия с КНР: экономическое развитие и экологическая нагрузка // Актуальные проблемы развития КНР в процессе её регионализации и глобализации. 2019. С. 129-137.
2. Соколова Ю.Д. Моделирование взаимосвязи климатического регулирования торговых партнеров и объемов экспорта: анализ регионов России // Journal of Applied Economic Research. 2023. Т. 22. № 4. С. 975-1005.
3. Кранина Е.И. 45 лет экономических реформ в КНР: переход к «зеленой модели» развития // 45 лет экономических реформ в КНР: итоги и прогнозы. 2024. С. 34-38.
4. Глазырина И.П., Забелина И.А., Фалейчик Л.М. Исследование экологических аспектов модернизации экономики в восточных регионах РФ // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. 2025. С. 13-18.
5. Еленская Я.В., Мизгир Э.А., Турбан Г.В. Влияние углеводородных выбросов на внешнеэкономическую деятельность: оценка и методы снижения экологического воздействия // Экологические чтения - 2025. 2025. С. 327-331.
6. Забелина И.А., Клевакина Е.А. Межрегиональная дифференциация экономического развития и экологической нагрузки как препятствие на пути к устойчивому развитию // Теория и практика экологического страхования: итоги и перспективы. 2010. С. 29-31.
7. Пискулова Н.А. Экологическая политика как фактор международной конкурентоспособности государств // Мировая экономика и международные отношения. 2000. № 7. С. 48-53.
8. Соколова Ю.Д., Шевчук А.В. Экологическая повестка как вызов для российских экспортеров // Весенние дни науки. 2022. С. 581-586.
9. Кормишкин Е.Д., Саушева О.С. Растущий экологический след как проявление несостоятельности экспортно-сырьевой модели // Конкурентоспособность и развитие социально-экономических систем. 2020. С. 73-74.
10. Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В. Внешние экологические шоки и модернизация экономики // Управление инновациями - 2017. 2017. С. 31-35.
11. Tong J. Analysis of the dynamics of regional economic imbalances through the prism of spatial econometrics and big data // Environmental Management Issues. 2025. Т. 4. № 3. С. 91-100.
12. Антонова Н.Е. Региональное природопользование: вопросы китайского влияния (о книге «Природный капитал региона и российско-китайские трансграничные отношения: перспективы и риски») // Пространственная экономика. 2015. № 4. С. 165-175.
13. Яо П. Развитие и перспективы экологической политики Китая // Историческая социология и современное социальное развитие в России и Китае. 2022. С. 291-292.
14. Ай М. Развитие взаимодействий России и Китая через сибирские экспортоориентированные транспортные коридоры: эколого-экономические аспекты // ESG-повестка на транспорте в современных условиях: опыт России и Китая. 2023. С. 239-260.
15. Рогожина Н.Г. Роль экологического фактора в модернизации стран ЮВА // Юго-Восточная Азия: историческая память, этнокультурная идентичность и политическая реальность. 2009. С. 208-219.

Regional imbalances in the impact of environmental modernization on China's export flows

Wang Yupu

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

The ecological modernization of the PRC's manufacturing base has reshaped the commodity structure of exports: the share of low-carbon goods and of the high-technology “green” segment is rising steadily, while traditional labour-intensive positions are contracting. This effect is distributed unevenly across the country's territory, which gives rise to the research problem of quantifying regional divergence. The aim is to measure how asymmetrically ecological modernization affects the export flows of coastal and inland provinces. Using an author's computational model based on official data of the General Administration of Customs of the PRC and the World Trade Organization for 2020–2026, coefficient, structural and factor analyses are carried out; export concentration is assessed by the Herfindahl–Hirschman index, and interregional divergence by the coefficient of variation of green-export intensity. It is established that the increment of the green segment is roughly 78% determined by the shift in commodity structure rather than by the scale of aggregate exports; meanwhile coastal provinces, holding about 68.8% of exports, accumulate around 87.6% of the structural increment. The green-export intensity of the coastal core exceeds that of inland territories by approximately 2.6 times. The resulting gap means that ecological modernization acts as a factor of deepening, rather than levelling, the territorial asymmetry of export potential, since the benefits concentrate in the coastal zone while the costs of carbon border regulation shift towards carbon-intensive inland regions.

Keywords: ecological modernization, export flows, PRC, regional disparities, green exports, carbon border adjustment, concentration index, factor analysis.

References

1. Delyuga A.V. Regions of Cross-Border Interaction with the PRC: Economic Development and Environmental Load // Topical Issues of the PRC Development in the Process of Its Regionalization and Globalization. 2019. Pp. 129-137.
2. Sokolova Yu.D. Modeling the Relationship between Trading Partners' Climate Regulation and Export Volumes: An Analysis of Russian Regions // Journal of Applied Economic Research. 2023. Vol. 22. No. 4. Pp. 975-1005.
3. Kranina E.I. 45 Years of Economic Reforms in the PRC: Transition to a “Green Model” of Development // 45 Years of Economic Reforms in the PRC: Results and Forecasts. 2024. Pp. 34-38.
4. Glazyrina I.P., Zabelina I.A., Faleychik L.M. A Study of the Environmental Aspects of Economic Modernization in the Eastern Regions of the Russian Federation // Kulagin Readings: Engineering and Technologies of Production Processes. 2025. Pp. 13-18.
5. Elenskaya Ya.V., Mizgir E.A., Turban G.V. The Impact of Hydrocarbon Emissions on Foreign Economic Activity: Assessment and Methods for Reducing Environmental Impact // Ecological Readings - 2025. 2025. Pp. 327-331.
6. Zabelina I.A., Klevakina E.A. Interregional Differentiation of Economic Development and Environmental Load as an Obstacle to Sustainable Development // Theory and Practice of Environmental Insurance: Results and Prospects. 2010. Pp. 29-31.
7. Piskulova N.A. Environmental Policy as a Factor of the International Competitiveness of States // World Economy and International Relations. 2000. No. 7. Pp. 48-53.
8. Sokolova Yu.D., Shevchuk A.V. The Environmental Agenda as a Challenge for Russian Exporters // Spring Days of Science. 2022. Pp. 581-586.
9. Kormishkin E.D., Sausheva O.S. The Growing Ecological Footprint as a Manifestation of the Failure of the Export-Raw-Material Model // Competitiveness and Development of Socio-Economic Systems. 2020. Pp. 73-74.
10. Druzhinin P.V., Shkiperova G.T., Potasheva O.V. External Environmental Shocks and Economic Modernization // Innovation Management - 2017. 2017. Pp. 31-35.
11. Tong J. Analysis of the dynamics of regional economic imbalances through the prism of spatial econometrics and big data // Environmental Management Issues. 2025. Т. 4. № 3. С. 91-100.

Торгово-экономические отношения России и Южной Кореи: динамика, структура и показатели взаимодействия в 2005-2025 гг.

Васильев Данила Витальевич
студент, Институт экономики, математики и информационных технологий, экономический факультет, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

В статье рассматриваются торгово-экономические отношения Российской Федерации и Республики Корея за период 2005-2025 гг. Цель исследования состоит в выявлении динамики, структуры и интенсивности двустороннего товарооборота как основы для оценки дальнейших перспектив российско-корейского экономического взаимодействия. Методологическую основу составили сравнительный анализ, анализ временных рядов, расчет темпов роста и прироста, коэффициента покрытия импорта экспортом, индекса интенсивности двусторонней торговли, а также структурный анализ товарных групп с использованием индекса Рябцева. Информационной базой выступили расчеты по данным Trade Map. Установлено, что товарооборот России и Южной Кореи развивался неравномерно: после роста до максимального значения 28,2 млрд долл. США в 2014 г. последовало снижение, а в 2025 г. показатель составил 10,89 млрд долл. США. Российский экспорт в Республику Корея сохраняет преимущественно сырьевую направленность, тогда как корейский экспорт в Россию представлен в основном промышленной и технологической продукцией. Расчет индекса Рябцева подтверждает устойчивую структурную неоднородность экспортных моделей двух стран. Практическая значимость результатов заключается в возможности их использования при оценке перспектив торгового, инвестиционного и технологического сотрудничества России и Южной Кореи.

Ключевые слова: Россия, Республика Корея, товарооборот, экспорт, импорт, коэффициент покрытия, индекс интенсивности торговли, индекс Рябцева, товарная структура, внешняя торговля.

Введение

Российская Федерация и Республика Корея на протяжении последних десятилетий поддерживают устойчивые торгово-экономические отношения, которые занимают значимое место в системе внешнеэкономических связей обеих стран. Южная Корея является одной из крупнейших экономик мира и важным индустриальным центром Восточной Азии, тогда как Россия обладает значительными природно-ресурсными возможностями и занимает важное место в глобальной энергетической системе. Сочетание промышленного потенциала Республики Корея и ресурсной базы Российской Федерации формирует основу взаимодополняемости экономик и способствует развитию двусторонней торговли.

Актуальность исследования определяется тем, что торговые связи России и Южной Кореи развивались под воздействием разнонаправленных факторов: мировых экономических кризисов, изменений сырьевой конъюнктуры, трансформации международной торговой системы, санкционных ограничений и перераспределения логистических потоков. В таких условиях анализ не только абсолютных объемов торговли, но и расчетных показателей эффективности и интенсивности взаимодействия позволяет точнее оценить устойчивость двусторонних отношений.

Целью статьи является комплексный анализ торгово-экономических отношений Российской Федерации и Республики Корея за период 2005-2025 гг. Для достижения цели рассматриваются динамика экспорта России в Южную Корею, динамика экспорта Южной Кореи в Россию, изменение общего товарооборота, доли стран во внешней торговле друг друга, товарная структура экспорта, коэффициент покрытия импорта экспортом и индекс интенсивности двусторонней торговли.

Материалы и методы исследования

Информационной основой исследования выступают статистические данные и авторские расчеты. В работе рассматривается период с 2005 по 2025 г., что позволяет выявить не только краткосрочные колебания, но и долгосрочную траекторию развития российско-корейских торгово-экономических отношений.

Методическая база исследования включает сравнительный анализ, анализ временных рядов, расчет темпов роста и темпов прироста экспорта, оценку товарооборота, определение доли Южной Кореи во внешней торговле России, расчет коэффициента покрытия импорта экспортом и индекса интенсивности двусторонней торговли. Дополнительно для характеристики различий в товарной специализации России и Южной Кореи используется индекс Рябцева, позволяющий количественно оценить степень структурных различий экспортных моделей[4].

Коэффициент покрытия импорта экспортом применяется для оценки торгового баланса. Если показатель превышает единицу, экспорт страны в торговле с партнером больше импорта; если показатель ниже единицы, страна имеет отрицательное сальдо. Индекс интенсивности двусторонней торговли позволяет определить, насколько торговое взаимодействие двух стран значимо относительно их участия в мировой торговле[3]. Значение индекса выше единицы свидетельствует о повышенной интенсивности торговли по сравнению с условным мировым уровнем.

Таблица 1
Основные показатели торговли России и Южной Кореи в 2005-2025 гг[1].

Год	Экспорт РФ в РК, млрд долл. США	Экспорт РК в РФ, млрд долл. США	Товарооборот, млрд долл. США	Коэффициент покрытия	Индекс интенсивности
2005	2,6	4,1	6,7	0,63	0,54
2006	2,61	5,3	7,91	0,49	0,42
2007	6,1	8,09	14,19	0,75	0,84
2008	7,8	9,7	17,5	0,80	0,77
2009	5,7	4,2	9,9	1,36	0,93
2010	10,4	7,8	18,2	1,33	1,13
2011	13,3	10,3	23,6	1,29	1,09
2012	13,9	11,1	25	1,25	1,15
2013	14,9	11,2	26,1	1,33	1,26
2014	18,1	10,1	28,2	1,79	1,62
2015	13,9	4,7	18,6	2,96	1,97
2016	10,1	4,8	14,9	2,10	1,77
2017	12,3	6,9	19,2	1,78	1,62
2018	17,9	7,3	25,2	2,45	1,84
2019	16,4	7,8	24,2	2,10	1,85
2020	12,4	6,9	19,3	1,80	1,70
2021	16,9	9,9	26,8	1,71	1,57
2022	14,9	6,3	21,2	2,37	1,08

Год	Экспорт РФ в РК, млрд долл. США	Экспорт РК в РФ, млрд долл. США	Товарооборот, млрд долл. США	Коэффициент покрытия	Индекс интенсивности
2023	8,9	6,1	15	1,46	1,00
2024	6,87	4,6	11,47	1,49	0,85
2025	6,89	4	10,89	1,72	0,91

Результаты исследования

Динамика экспорта Российской Федерации в Республику Корея

Анализ данных показывает, что российский экспорт в Южную Корею в рассматриваемый период демонстрировал существенные колебания. В 2005 г. объем экспорта составлял 2,6 млрд долл. США, а к 2014 г. увеличился до 18,1 млрд долл. США. Данный рост свидетельствует о значительном расширении торгового сотрудничества между странами, прежде всего за счет поставок российских сырьевых ресурсов.

Наиболее выраженный рост наблюдался в 2007 г., когда темп роста составил 234%. Данный скачок был связан с активизацией поставок нефти, газа, угля и иных сырьевых ресурсов. Одновременно динамика экспорта оставалась нестабильной: в 2009 г. объем поставок сократился до 5,7 млрд долл. США вследствие мирового финансового кризиса.

В 2010-2014 гг. торговля восстановилась и достигла максимального значения, однако после 2014 г. экспорт начал постепенно снижаться. Особенно заметное сокращение произошло в 2023 г., когда объем экспорта составил 8,9 млрд долл. США, а темп прироста достиг -40%. К 2025 г. показатель стабилизировался на уровне 6,89 млрд долл. США. В целом за 2005-2025 гг. экспорт России в Южную Корею вырос в 2,65 раза, что говорит о сохранении долгосрочной торговой основы несмотря на кризисные периоды[2].

Динамика экспорта Республики Корея в Российскую Федерацию

Экспорт Южной Кореи в Россию также характеризовался высокой волатильностью. В 2005 г. его объем составлял 4,1 млрд долл. США, затем увеличился до 9,7 млрд долл. США в 2008 г. Мировой финансовый кризис оказал существенное влияние на торговлю: в 2009 г. экспорт Южной Кореи в Россию снизился до 4,2 млрд долл. США, что сопровождалось темпом прироста -57%.

В 2010-2013 гг. наблюдалось восстановление: поставки достигали около 11 млрд долл. США, что стало одним из максимальных уровней рассматриваемого периода. После 2014 г. динамика снова ухудшилась; наиболее существенное снижение зафиксировано в 2015 г., когда темп прироста составил -53%. В дальнейшем торговля стабилизировалась, однако прежних максимальных значений достичь не удалось.

К 2025 г. объем экспорта Республики Корея в Россию составил 4 млрд долл. США. Данное значение близко к уровню начала рассматриваемого периода и показывает, что корейские поставки в Россию оказались чувствительны к внешнеэкономическим ограничениям, изменению платежно-логистических условий и общей трансформации международной торговой среды.

Товарооборот и место Южной Кореи во внешней торговле России

Общий товарооборот России и Южной Кореи развивался неравномерно, но до середины 2010-х гг. имел выраженную тенденцию к росту. В 2005 г. товарооборот составлял 6,7 млрд долл. США, в 2008 г. - 17,5 млрд долл. США, а после кризисного снижения в 2009 г. восстановился и достиг 28,2 млрд долл. США в 2014 г. Это максимальное значение за весь рассматриваемый период.

После 2014 г. динамика стала менее устойчивой. В 2015-2016 гг. товарооборот снизился до 18,6 и 14,9 млрд долл. США соответственно. Позднее наблюдалось частичное восстановление, и в 2021 г. показатель составил 26,8 млрд долл. США. Однако с 2022 г. вновь началось снижение: в 2023 г. товарооборот сократился до 15 млрд долл. США, в 2024 г. - до 11,47 млрд долл. США, а в 2025 г. - до 10,89 млрд долл. США.

Доля Южной Кореи во внешней торговле России на протяжении исследуемого периода остается относительно небольшой, но устойчивой. В российском экспорте она чаще находилась в пределах 1-3%, а в российском импорте - около 2-4%. Начиная с 2022 г. отмечается снижение роли Южной Кореи во внешнеторговой структуре России: в 2023-2025 гг. доля снизилась примерно до 2%, что связано с сокращением объемов двусторонней торговли и перераспределением товарных потоков.

Структура российского экспорта в Южную Корею в 2025 г. имеет преимущественно сырьевой характер. Наибольшую долю занимают минеральные продукты - 52% общего объема поставок. Это подтверждает зависимость двусторонней торговли от экспорта энергетических ресурсов, включая нефть, уголь и нефтепродукты.

Металлы и изделия из них составляют около 16% экспорта, что связано с поставками черных и цветных металлов, используемых в промышленности Южной Кореи. На продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье приходится около 15%, что указывает на растущее значение аграрного сегмента в структуре российских поставок. Доля продукции химической промышленности составляет около 11%. Остальные товарные категории имеют существенно меньший вес: древесина и целлюлозно-бумажные изделия занимают около 4%, а текстиль, драгоценные металлы, машины и оборудование - менее одного процента.

Таблица 2

Доля Южной Кореи во внешней торговле Российской Федерации в 2005-2025 гг[1].

Год	Общий экспорт из РФ (в млрд доллар США)	Доля экспорта в ЮК в экспорте РФ	Общий импорт в РФ (в млрд доллар США)	Доля импорта из ЮК в импорте РФ
2005	241,5	1,08%	98,7	4,15%
2006	301,6	0,87%	137,8	3,85%
2007	352,2	1,73%	199,7	4,05%
2008	468	1,67%	267	3,63%
2009	301,8	1,89%	170,8	2,46%
2010	397	2,62%	228,9	3,41%
2011	517	2,57%	306	3,37%
2012	524,8	2,65%	316,1	3,51%
2013	527	2,83%	314,9	3,56%
2014	497,8	3,64%	286,6	3,52%
2015	333,5	4,17%	177,2	2,65%
2016	285,4	3,54%	182,2	2,63%
2017	357,1	3,44%	226,9	3,04%
2018	449,3	3,98%	238,1	3,07%
2019	422,7	3,88%	243,7	3,2%
2020	337,1	3,68%	231,6	2,98%
2021	492,3	3,43%	293,5	3,37%
2022	579,3	2,57%	199,3	3,16%
2023	424,2	2,1%	219,1	2,78%
2024	406,7	1,69%	211,2	2,18%
2025	418,3	1,65%	279	1,43%

Структура российского экспорта в Республику Корея

Рисунок 1 - Товарная структура экспорта Российской Федерации в Республику Корея в 2025 г., %[1]

Таким образом, в 2025 г. структура российского экспорта характеризуется высокой концентрацией на сырьевых ресурсах и полуфабрикатах. Это отражает специализацию российской экономики в международной торговле и одновременно указывает на ограниченность высокотехнологичной составляющей в поставках в Республику Корея.

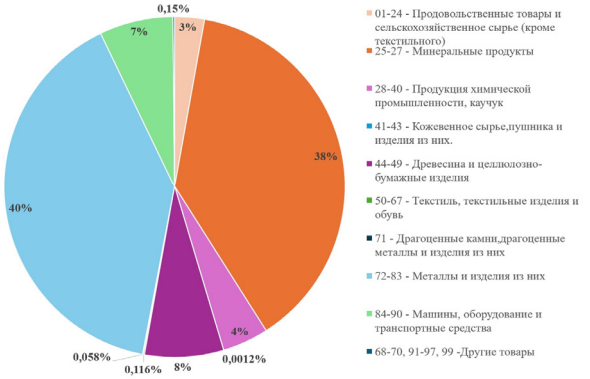


Рисунок 2 - Товарная структура экспорта Российской Федерации в Республику Корея в 2005 г., %[1]

В 2005 г. структура российского экспорта была несколько иной. Основную долю занимали металлы и изделия из них - около 40%, а минеральные продукты составляли около 38%. На третьем месте находились

древесина и целлюлозно-бумажные изделия с долей около 8%. Машины и оборудование занимали около 7%, а продукция химической промышленности - около 4%.

Сравнение 2005 и 2025 гг. показывает рост роли минеральных ресурсов и снижение значения металлургической продукции. Следовательно, за рассматриваемый период российский экспорт в Южную Корею стал еще более ориентированным на сырьевую составляющую, хотя отдельные несырьевые товарные группы сохраняют присутствие в структуре поставок.

Структура экспорта Республики Корея в Российскую Федерацию

Рисунок 3 - Товарная структура экспорта Республики Корея в Российскую Федерацию в 2025 г., %[1]

Экспорт Южной Кореи в Россию имеет промышленно-технологическую направленность. В 2025 г. наибольшую долю занимают машины, оборудование и транспортные средства - около 42% общего объема поставок. Эта категория включает автомобили, промышленное оборудование, электронику, бытовую технику и иные товары, традиционно составляющие основу корейского экспорта.

Второе место занимает продукция химической промышленности - около 18%. В эту группу входят пластмассы, синтетические материалы, химические реагенты и другие виды промышленной продукции. Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье составляют около 11%, что свидетельствует о расширении ассортимента корейской продукции на российском рынке. Минеральные продукты занимают около 9%, кожевенное сырье и изделия из него - около 8%, прочие товары - около 5%.

Таким образом, корейский экспорт в Россию существенно отличается от российского экспорта в Республику Корея. Если российские поставки основаны преимущественно на сырьевых ресурсах, то Южная Корея поставляет продукцию обрабатывающей промышленности и технологические товары. Такая структура отражает комплементарность экономик.

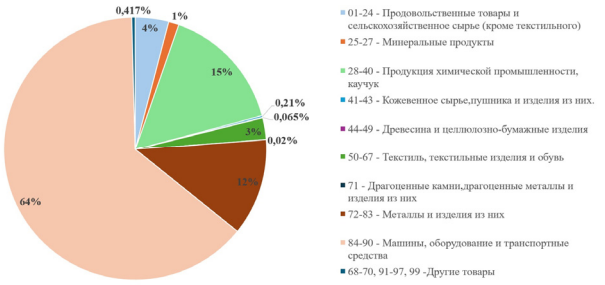


Рисунок 4 - Товарная структура экспорта Республики Корея в Российскую Федерацию в 2005 г., %[1]

В 2005 г. экспорт Южной Кореи в Россию также имел выраженный промышленный характер. Машины, оборудование и транспортные средства составляли около 64% общего объема поставок. Продукция химической промышленности занимала около 15%, металлы и изделия из них - около 12%. Продовольственные товары составляли около 4%, текстильная продукция - около 3%.

Сравнение с 2025 г. показывает, что доля машин, оборудования и транспортных средств снизилась, однако эта группа по-прежнему остается крупнейшей в структуре корейского экспорта. Это означает, что технологическая специализация Республики Корея сохраняется, хотя структура поставок стала более диверсифицированной.

Оценка структурных различий экспорта

Таблица 3

Оценка структурных различий экспорта России и Республики Кореи по индексу Рябцева

Показатель	2005 г.	2025 г.	Интерпретация
Индекс структурных различий Рябцева	0,7576	0,7306	противоположный тип / существенные структурные различия

После анализа товарной структуры возникает необходимость количественной оценки сходства или различия структур внешней торговли. Визуальный анализ диаграмм позволяет выявить доминирующие товарные группы, однако индекс Рябцева дает возможность формализовать степень структурного расхождения.

Расчеты показывают, что индекс Рябцева составил 0,7576 для 2005 г. и 0,7306 для 2025 г. Значения выше 0,7 указывают на существенные различия в товарной специализации экономик России и Южной Кореи. В рассматриваемом случае это объясняется сырьевой ориентацией российского экспорта и преобладанием продукции обрабатывающей промышленности в экспорте Республики Корея.

Некоторое снижение индекса в 2025 г. по сравнению с 2005 г. свидетельствует о незначительном уменьшении структурных различий. Такая тенденция может быть связана с постепенной диверсификацией российского экспорта, увеличением доли продукции переработки и расширением номенклатуры поставок. Тем не менее экспортные модели двух стран остаются существенно различными, что подтверждает взаимодополняющий характер торгово-экономических отношений.

С экономической точки зрения такая модель обладает рядом преимуществ. Во-первых, страны занимают разные ниши в международном разделении труда и не формируют прямой конкуренции на большинстве товарных рынков. Во-вторых, промышленно развитая экономика Южной Кореи испытывает устойчивую потребность в сырьевых ресурсах, которыми обладает Россия. В-третьих, различие экспортных структур создает предпосылки для технологического обмена и инвестиционного сотрудничества.

Коэффициент покрытия импорта экспортом и индекс интенсивности торговли

Таблица 4

Коэффициент покрытия импорта экспортом в торговле России и Республики Кореи[1]

Год	Экспорт РФ в РК (в млрд долл. США)	Импорт РФ из РК (в млрд долл. США)	Коэффициент покрытия импорта экспортом
2005	2,6	4,1	0,63
2006	2,61	5,3	0,49
2007	6,1	8,09	0,75
2008	7,8	9,7	0,80
2009	5,7	4,2	1,36
2010	10,4	7,8	1,33
2011	13,3	10,3	1,29
2012	13,9	11,1	1,25
2013	14,9	11,2	1,33
2014	18,1	10,1	1,79
2015	13,9	4,7	2,96
2016	10,1	4,8	2,10
2017	12,3	6,9	1,78
2018	17,9	7,3	2,45
2019	16,4	7,8	2,10
2020	12,4	6,9	1,80
2021	16,9	9,9	1,71
2022	14,9	6,3	2,37
2023	8,9	6,1	1,46
2024	6,87	4,6	1,49
2025	6,89	4	1,72

Коэффициент покрытия импорта экспортом отражает соотношение экспорта и импорта и позволяет определить, имеет ли страна положительное или отрицательное торговое сальдо. В начале рассматриваемого периода Россия имела отрицательное сальдо в торговле с Южной Кореей: в 2005 г. коэффициент составлял 0,63, в 2006 г. - 0,49.

Начиная с 2009 г. ситуация изменилась: коэффициент превысил единицу и составил 1,36. Наибольшее значение наблюдалось в 2015 г. - 2,96, что означает почти трехкратное превышение экспорта над импортом. В последующие годы показатель постепенно снижался, однако в большинстве лет оставался выше единицы. В 2025 г. коэффициент покрытия составил 1,72, что свидетельствует о сохранении положительного торгового баланса России в торговле с Южной Кореей.

Индекс интенсивности двусторонней торговли позволяет оценить значимость торговых отношений между странами относительно их участия в мировой торговле. В начале периода индекс был сравнительно

низким: 0,54 в 2005 г. и 0,42 в 2006 г. Это свидетельствовало о недостаточной интенсивности торговых связей.

Таблица 5
Индекс интенсивности двусторонней торговли России и Южной Кореи[1]

Год	Мировой импорт (в млрд долл. США)	Индекс интенсивности двусторонней торговли
2005	13147	0,54
2006	15120	0,42
2007	17560	0,84
2008	20450	0,77
2009	16020	0,93
2010	18500	1,13
2011	22550	1,09
2012	22840	1,15
2013	23370	1,26
2014	23750	1,62
2015	20800	1,97
2016	20490	1,77
2017	22710	1,62
2018	24950	1,84
2019	24300	1,85
2020	21800	1,70
2021	28500	1,57
2022	30779	1,08
2023	30700	1,00
2024	32200	0,85
2025	35000	0,91

В дальнейшем показатель увеличивался: в 2010 г. он достиг 1,13, а в 2014 г. - 1,62. Максимальное значение зафиксировано в 2015 г. - 1,97. После этого интенсивность торговли постепенно снижалась; к 2023 г. индекс составил 1,00, в 2024 г. - 0,85, а в 2025 г. - 0,91. Следовательно, несмотря на сохранение значимых объемов торговли, относительная интенсивность российско-корейских торговых связей в последние годы уменьшилась.

Сопоставление коэффициента покрытия и индекса интенсивности показывает важную особенность: положительное сальдо России сохраняется, однако относительная значимость двусторонней торговли снижается. Это означает, что устойчивость торговых отношений в будущем зависит не только от объемов сырьевых поставок, но и от способности сторон расширять технологическое, инвестиционное и производственное взаимодействие.

Обсуждение результатов

Проведенный анализ показывает, что российско-корейские торгово-экономические отношения имеют устойчивую основу, но отличаются высокой чувствительностью к внешним шокам. Рост товарооборота до 2014 г. отражал расширение энергетических поставок из России и промышленного экспорта из Южной Кореи. Снижение после 2014 г. и особенно после 2022 г. связано с изменением внешнеэкономических условий, санкционными ограничениями, логистическими трудностями и переориентацией торговых потоков.

Структурная асимметрия торговли выступает одновременно ограничением и возможностью. С одной стороны, сырьевая направленность российского экспорта снижает долю продукции с высокой добавленной стоимостью и ограничивает инновационный эффект торгового взаимодействия. С другой стороны, различие специализаций формирует взаимодополняемость: Россия обеспечивает ресурсную базу, а Южная Корея поставляет технологические и промышленные товары.

Полученные значения индекса Рябцева подтверждают наличие глубоких структурных различий. При этом эти различия не обязательно являются негативным фактором. Они указывают на потенциальную основу для кооперации, при которой традиционная торговля может дополняться инвестиционными проектами, технологическими альянсами и совместными производственными инициативами. Именно поэтому анализ торгово-экономических отношений важен для последующей оценки перспектив венчурного и инновационного сотрудничества.

Наиболее перспективной задачей становится переход от модели обмена сырья на промышленную продукцию к более сложным формам взаимодействия. Такая трансформация может включать совместные проекты в логистике, машиностроении, информационных технологиях, промышленной автоматизации и иных высокотехнологичных отраслях. Для этого необходима не только сохраненная торговая база, но и институциональные механизмы, способные снижать риски, связанные с политико-экономической неопределенностью.

Заключение

В период 2005-2025 гг. торгово-экономические отношения России и Южной Кореи прошли несколько этапов: рост до середины 2010-х гг., кризисные сокращения, частичное восстановление и новое снижение в 2022-2025 гг. Максимальный товарооборот был достигнут в 2014 г. и составил 28,2 млрд долл. США. В 2025 г. показатель снизился до 10,89 млрд долл. США, что почти в 2,6 раза ниже максимального значения.

Российский экспорт в Республику Корея за рассматриваемый период вырос с 2,6 до 6,89 млрд долл. США, однако его структура осталась преимущественно сырьевой. В 2025 г. 52% поставок приходилось на минеральные продукты, около 16% - на металлы и изделия из них, около 15% - на продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье. Экспорт Республики Корея в Россию, напротив, имеет промышленно-технологический характер: ключевую роль играют машины, оборудование и транспортные средства, а также продукция химической промышленности.

Расчет коэффициента покрытия импорта экспортом показывает, что с 2009 г. Россия в большинстве лет сохраняет положительное торговое сальдо в торговле с Южной Кореей. В 2025 г. коэффициент составил 1,72. Вместе с тем индекс интенсивности двусторонней торговли снизился до 0,91, что говорит об ослаблении относительной значимости торговых связей в последние годы.

Структурный анализ и расчет индекса Рябцева подтверждают устойчивое различие экспортных моделей двух стран. Данное различие отражает комплементарный характер отношений: Россия выступает преимущественно поставщиком ресурсов и продукции первичной переработки, Южная Корея - поставщиком высокотехнологичной промышленной продукции. Практическая значимость исследования состоит в том, что выявленные тенденции могут использоваться при разработке направлений торгового, инвестиционного и технологического сотрудничества между Российской Федерацией и Республикой Корея.

Литература

1. Trade Map: база данных международной торговли. URL: https://www.trademap.org (дата обращения: 10.05.2026).

2. Мицек С. А., Мицек Е. А. Статистический и экономический анализ российского экспорта // Management issues. 2021. С. 23-34.

3. Гурова И. П. Измерение глобальной и региональной торговой интеграции // Евразийская экономическая интеграция. 2009. С. 3-4.

4. Белова Т. Н. Индексный метод оценки структурных сдвигов в экономике: вопросы теории и практики // Экономика и бизнес. 2024. С. 2-4.

Trade and economic relations between Russia and South Korea: dynamics, structure and indicators of interaction in 2005–2025

Vasilev D.V.
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Institute of Economics

The article examines trade and economic relations between the Russian Federation and the Republic of Korea in 2005-2025. The purpose of the study is to identify the dynamics, structure and intensity of bilateral trade turnover as a basis for assessing further prospects of Russian-Korean economic cooperation. The methodology includes comparative analysis, time-series analysis, growth-rate calculations, the export-import coverage ratio, the bilateral trade intensity index, and structural analysis of commodity groups using the Ryabtsev index. The empirical basis consists of the author's calculations based on Trade Map. The study shows that bilateral trade developed unevenly: after reaching a maximum of USD 28.2 billion in 2014, trade turnover declined and amounted to USD 10.89 billion in 2025. Russian exports to the Republic of Korea remain predominantly raw-material oriented, whereas Korean exports to Russia are mainly represented by industrial and technological products. The Ryabtsev index confirms the persistent structural heterogeneity of the two countries' export models. The practical relevance of the results lies in their use for assessing trade, investment and technological cooperation between Russia and South Korea.

Keywords: Russia, Republic of Korea, trade turnover, exports, imports, coverage ratio, trade intensity index, Ryabtsev index, commodity structure, foreign trade.

References

1. Trade Map: International Trade Database. URL: https://www.trademap.org (Accessed: 10.05.2026).
2. Mitsek S. A., Mitsek E. A. Statistical and Economic Analysis of Russian Exports // Management Issues. 2021. pp. 23-34.
3. Gurova I. P. Measuring Global and Regional Trade Integration // Eurasian Economic Integration. 2009. pp. 3-4.
4. Belova T. N. Index Method for Assessing Structural Shifts in the Economy: Theoretical and Practical Issues // Economy and Business. 2024. pp. 2-4.

Экосистемный подход к исследованию внешнеэкономической деятельности: потенциал и ограничения применения искусственного интеллекта

Жукова Владислава Александровна
аспирант, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Академия управления при Президенте Республики Беларусь, vlada.zhukova.99@mail.ru

В научной литературе внешнеэкономическая деятельность традиционно рассматривается в рамках системного подхода, однако цифровая трансформация экономики актуализирует необходимость более детального анализа среды взаимодействия ее компонентов. В статье обосновывается применимость экосистемного подхода к исследованию ВЭД, акцентирующего внимание на среде взаимодействия ее компонентов. Выделены ключевые вызовы функционирования данной среды, связанные с фрагментарностью информационных потоков и асинхронностью действий участников. Рассматривается потенциал искусственного интеллекта в снижении указанных барьеров посредством реализации функций унификации данных, аналитической обработки и координации действий участников. Отмечено, что существующие решения носят преимущественно точечный характер, а неравномерная доступность таких решений может усиливать риски цифрового неравенства. Сформулирован вывод о необходимости проведения государственной политики, направленной на формирование институциональной и инфраструктурной среды, обеспечивающей более широкий доступ участников ВЭД к технологиям искусственного интеллекта.

Ключевые слова: внешнеэкономическая деятельность, цифровая трансформация, экосистемный подход, экосистема ВЭД, информационная среда, взаимодействие участников, искусственный интеллект, цифровое неравенство.

В научной литературе внешнеэкономическая деятельность (далее – ВЭД) нередко рассматривается в рамках системного подхода, в пределах которого акцент исследований приходится на отдельные элементы и механизмы ее функционирования: деятельность отдельных предприятий, нормативно-правовые механизмы проведения внешнеторговых операций, инструменты таможенно-тарифного и нетарифного регулирования, институциональную структуру государственного управления, а также инфраструктурное обеспечение внешнеэкономических операций.

Системный подход позволяет не только структурировать ВЭД по элементам и функциям, но и проводить оценку эффективности формализованных процессов на основе количественных показателей. К таким показателям можно отнести скорость таможенного оформления, долю ошибок в декларациях, величину трансакционных и логистических издержек, степень соблюдения нормативных требований участниками внешнеэкономической деятельности и др.

Тем не менее, цифровая трансформация мировой экономики расширила спектр факторов, определяющих результативность ВЭД. Развитие инновационных технологий, информационных систем и онлайн-платформ для ведения бизнеса и социального взаимодействия дали толчок к переходу на новый экономический уклад, в котором возрастает значение информации и данных как самостоятельного экономического ресурса, а также усиливается роль цифровых платформ как инфраструктурных инструментов. Указанные изменения технико-экономической парадигмы обусловили качественное усложнение современных экономических взаимодействий.

Внешнеэкономическая деятельность претерпела существенные изменения и в настоящий момент характеризуется платформизацией торговых процессов, автоматизацией обработки данных, усложнением межсубъектных координационных механизмов и усилением зависимости результатов от скорости информационного обмена и адаптивности участников. В этих условиях взаимодействия между участниками ВЭД приобретают многослойный, сетевой и динамический характер. Соответственно, результативность внешнеэкономической деятельности под влиянием цифровой трансформации определяется не только качеством отдельных регуляторных механизмов и действием конкретных участников, но и состоянием среды, в которой обеспечивается их взаимодействие.

Поскольку традиционные линейные и иерархические модели анализа хозяйственных процессов все в меньшей степени отображают реальную природу многоаспектных взаимодействий между субъектами внешнеэкономической деятельности, обоснована необходимость перехода к более гибким и комплексным аналитическим моделям. В этом контексте за последнее десятилетие значительно возрос интерес исследователей к концепции экосистемы как новому способу отражения конкурентной среды.

Анализ отечественных и зарубежных исследований показал разнообразие контекстов и основанных на них трактовок понятия «экосистема», которые развивают данную категорию в различных направлениях (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительный анализ основных подходов к трактовке понятия «экосистема» в экономических исследованиях

Подход	Авторы; представители	Основное содержание	Ключевые характеристики
Системный	Г. Б. Клейнер [1]	Экосистема рассматривается как пространственно локализованный комплекс организаций, бизнес-процессов, проектов и инфраструктурных систем, взаимодействующих в ходе создания и обращения материальных и символических благ	Системная целостность; самовоспроизводство и самоорганизация; циркулярность; неиерархичность; внутренняя сбалансированность подсистем
Сетевой	Дж. Ф. Мур [2], Эрикссон [3] М. Хокале [4], В.В. Шаповалов [5]	Экосистема как сеть взаимосвязанных компаний и заинтересованных сторон, совместно создающих ценность через сотрудничество, конкуренцию и координацию процессов, выходящих за пределы отдельных организаций и отраслей	Сетевой характер взаимодействий; синергетический эффект взаимодействия; коэволюция акторов; совместное создание ценности; межсекторная конвергенция
Цифровой	В.Г. Халин [6]	Экосистема представляет собой цифровую среду взаимодействия участников, объединенных платформенной	Платформенная организация; информационная ин-

Подход	Авторы; представители	Основное содержание	Ключевые характеристики
	С. Е. Барыкин[7], Capgemini [8]	инфраструктурой, потоками данных и едиными цифровыми сервисами	теграция; интероперабельность данных; автоматизация взаимодействий
Инновационный	Н. Султана, Е. Туркина [9], И. Арбидане [10]	Экосистема рассматривается как совокупность субъектов (фирмы, НИИ, вузы, государство), обеспечивающих создание, коммерциализацию и распространение инноваций	Инновационная направленность; кооперация науки, государства и бизнеса; совместное создание новых технологий и продуктов; коммерциализация знаний
Отраслевой	С. Волосович, Ю. Баранюк [11]	Экосистема как совокупность специализированных участников определенной сферы деятельности (финансовой, логистической и т.д.), взаимодействующих в рамках отраслевого пространства	Предметная специализация; интеграция отраслевых субъектов; сервисная ориентация; адаптация экосистемной модели к специфике отрасли

Источник: Составлено автором на основании [1–11]

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что существующие подходы не противоречат друг другу, а отражают различные исследовательские ракурсы одного и того же феномена. Системный подход рассматривает внутреннее устройство экосистемы, подчеркивая пространственную локализацию ее элементов. Сетевой подход переносит акцент с внутреннего устройства экосистемы на механизмы взаимодействий между участниками. Цифровой подход исследует роль информационной среды экосистемы, определяя данные в качестве структурообразующего элемента. Инновационный подход делает упор на процессы формирования новейших продуктов и технологий. Отраслевой подход подчеркивает специфику применения экосистемной модели в отдельных сферах экономики.

Несмотря на разность акцентов, во всех рассмотренных подходах прослеживается общая методологическая идея: экосистема не равна сумме своих частей. Это целостная среда, в которой результат определяется не столько свойствами и качеством работы отдельных участников, сколько характером и эффективностью их взаимодействий. Сравнительный анализ подходов позволяет выделить общие черты, присущие разным типам экосистем: наличие множества взаимодействующих агентов, функциональная взаимодополняемость между ними, ориентация на достижение общего результата, а также наличие единой среды, обеспечивающей обмен ресурсами и информацией.

Для обоснования применимости экосистемного подхода к внешнеэкономической деятельности необходимо определить ее соответствие выявленным ключевым характеристикам.

Во-первых, ВЭД является многоуровневой средой с большим количеством участников, включая субъекты бизнеса, государственные органы, финансовые и логистические организации, инфраструктурные элементы, а также цифровые платформы. Взаимодействия между ними носят сетевой характер: изменение условий деятельности одного участника нередко отражается на рабочих процессах других. Например, ужесточение таможенного контроля увеличивает сроки поставок, что в итоге приводит к нестабильности финансовых потоков и срыву производственных планов компаний. Подобные эффекты отражают общую взаимозависимость участников: бизнес зависит от качества таможенного и регуляторного сопровождения, государственные органы – от полноты и достоверности данных, формируемых участниками ВЭД и информационными системами, а логистические и торговые посредники чувствительны к параметрам производства, срокам платежей и регуляторным изменениям. Именно такая сетевая взаимозависимость характерна для экосистем.

Во-вторых, компоненты ВЭД выполняют взаимодополняющие функции в процессе осуществления внешнеторговых операций. Бизнес обеспечивает формирование внешнеторгового предложения, финансовые организации ответственны за проведение расчетов и управление финансовыми рисками, логистические операторы организовывают перемещение товаров, а государственные органы – регуляторное сопровождение и контроль внешнеэкономической деятельности. Выполнение каждой из функций создает условия для реализации других, обеспечивая целостность внешнеэкономического процесса и формирование общего экономического результата.

В-третьих, функционирование современной ВЭД основано на непрерывном обмене нормативной, финансовой, логистической, производственной и иной информацией между участниками. Каждый из компонентов генерирует разнородные массивы данных, отличающиеся по структуре, объему, скорости поступления и функциональному назначению. В совокупности они образуют сложную информационную среду, обеспечивающую взаимодействие участников и координацию процессов внутри экосистемы.

Таким образом, современная цифровизированная ВЭД обладает совокупностью признаков, характерных для экосистемной организации. Экосистемный подход смещает акцент исследования с отдельных компонентов внешнеэкономической деятельности на среду их взаимодействия, которая выстраивается из процессов и связей между участниками. На практике такая среда сталкивается с определенными вызовами, поскольку высокая динамичность внешнеэкономической активности, рост объемов циркулирующих данных и усиление взаимозависимости участников существенно ее усложняют.

Вызовы проявляются в первую очередь в нарушениях согласованности информационного обмена внутри экосистемы. Данные, распределяющиеся между множеством участников, представлены в разнородных форматах, имеют различную периодичность обновления и подчиняются разным национальным стандартам и регуляторным требованиям, в связи с чем возникают проблемы фрагментарности информации и асинхронности действий участников. Традиционные интеграционные решения (B2B-шлюзы, системы электронного обмена данными (EDI)) эффективно решают задачу структурированного обмена, но оказываются недостаточно гибкими при работе с неструктурированными данными (сканами контрактов, инвойсов, сертификатов), составляющими основу внешнеэкономической документации.

В подобных условиях возникает потребность не только в совершенствовании путей передачи данных, но и в их интеллектуальной обработке и преобразовании в сопоставимый вид. Одним из наиболее актуальных технологических решений, которое может дополнять существующую инфраструктуру информационного обмена, обеспечивая интеллектуальное извлечение, интерпретацию, сопоставление и преобразование разнородных данных, является искусственный интеллект (далее – ИИ).

Он уже доказал свою состоятельность в оптимизации отдельных бизнес-процессов. По различным оценкам его внедрение может привести к экономии средств в организации в диапазоне от 10% до 60% [12], повышении производительности труда на 30%, увеличению скорости выполнения задач на 25% [13]. В целом, в производственном секторе ИИ может быть интегрирован на каждом этапе жизненного цикла продукции (от генерации идей до утилизации отходов).

Предполагаемый макроэкономический эффект от внедрения ИИ также оценивается как значительный. Например, согласно исследованиям Goldman Sachs, внедрение ИИ в мировую экономику может повысить мировой ВВП на 7% [12].

Эмпирические и прогнозные данные подтверждают, что искусственный интеллект обладает потенциалом для повышения эффективности как на уровне отдельных бизнес-процессов, так и в масштабах глобальной экономики.

В контексте экосистемы ВЭД искусственный интеллект выступает не столько инструментом локальной оптимизации, сколько технологической основой для обеспечения связности информационных потоков между участниками. Его способность проводить глубинную обработку данных позволяет снижать барьеры, связанные с асинхронностью процессов и фрагментацией информации. В зависимости от решаемой задачи ИИ может применяться в трёх основных направлениях: унификация данных, аналитическая обработка и координация действий.

1. Первое направление связано с унификацией данных. Здесь ИИ преобразует отдельные пласты неструктурированной информации в единую логику, извлекая и приводя к общему виду данные из разнородных форматов. Интеллектуальные алгоритмы нивелируют проблемы асинхронности, аккумулируя данные из цифровых платформ и формируя на их основе целостный информационный массив, пригодный для последующего анализа.

На практике это реализуется через специализированные платформы интеллектуальной обработки документов, такие как iCustoms. Платформа обрабатывает внешнеторговую документацию вне зависимости от формата или языка, классифицирует типы документов (инвойсы, упаковочные листы, коносаменты), извлекает из них ключевые данные (HS-коды, описания продуктов, итоговые суммы), а также проверяет корректность заполнения таможенных форм [14]. ИИ-алгоритмы также позволяют объединять данные из нескольких типов документов в единую структурированную запись, которая потом служит основой для автозаполнения таможенных деклараций [14]. Этот пример непосредственно иллюстрирует переход от локальной асинхронной работы с документами к упорядоченной семантической связанности процессов внутри организации.

Подобный функционал ИИ позволяет не только сокращать транзакционные издержки, но и создает предпосылки для формирования единого информационного пространства ВЭД. Стандартизация и структурирование данных на уровне отдельных участников является закономерным началом формирования глобальной сетевой прозрачности, когда

консолидированная картина цепочек поставок сможет стать доступной для всех участников экосистемы ВЭД, а не ограничиваться локальными массивами каждого из них.

2. Аналитическая функция ИИ проявляется в выявлении скрытых закономерностей, оценке рисков и прогнозировании экономических процессов (спроса, рыночной конъюнктуры, валютных колебаний и т.д.) на основе анализа данных, аккумулированных из разных информационных систем. Искусственный интеллект извлекает из информационного поля содержательные смыслы, необходимые для принятия управленческих решений. Это особенно актуально для ВЭД как для экосистемы, характеризующейся высокой неопределенностью, зависимостью от геополитических факторов и нестабильностью внешних рынков.

Показательным примером реализации данного функционала на уровне глобальных цепочек поставок является платформа interos.ai. Она использует ИИ-алгоритмы для автоматического картирования многоуровневых сетей поставщиков и выявления скрытых рисков в цепочках поставок, включая финансовую нестабильность контрагентов, несоблюдение нормативных требований, чрезмерную зависимость от конкретных поставщиков и геополитические угрозы. В отличие от традиционных систем анализа, interos.ai благодаря интеграции интеллектуальных систем в крупнейшую базу данных B2B-отношений позволяет визуализировать цепочку поставок с детальным указанием местоположения не только поставщиков, но и субподрядчиков более низких уровней. Это дает возможность моделировать потенциальные сценарии развития событий и выявлять скрытые каскадные риски, которые могут возникнуть в случае локальных кризисов (природных катастроф, политической нестабильности или регуляторных изменений) на самых ранних стадиях [15].

Реализуя аналитическую функцию, ИИ способен преобразовывать фрагментарные данные в знания, необходимые экосистеме ВЭД, и обеспечить переход от реактивной модели функционирования, основанной на анализе уже произошедших событий, к проактивной модели управления, предполагающей прогнозирование изменений и адаптацию участников к возможным сценариям развития внешней среды. Данный функциональный уровень в перспективе будет выступать в качестве стратегического катализатора, преобразующего фрагментарные данные в коллективное знание и обеспечивающего долгосрочную устойчивость участников ВЭД в условиях глобальной нестабильности.

3. Координационная функция искусственного интеллекта заключается в согласовании действий участников экосистемы ВЭД, синхронизации товарных и информационных потоков, а также оптимизации распределения ресурсов. Интеллектуальные алгоритмы формируют комплексные рекомендации, направленные на оптимизацию взаимодействий участников экосистемы ВЭД и подготовку адаптационных стратегий. ИИ такой направленности позволяет переходить от фрагментарной и децентрализованной координации к более системной.

Одним из примеров реализации координационной функции служит организация работы в порту Циндао в Китае. Система искусственного интеллекта по планированию работы причала анализирует расписание судов, данные о приливах, а также другие эксплуатационные ограничения в режиме реального времени, затрачивая секунды на обработку информации. Далее система генерирует оптимальный план швартования и отправляет синхронизированные инструкции непосредственно в портовое оборудование и терминальные системы [16]. В отличие от традиционной модели ручной интеграции переменных, ИИ-система позволяет оперативно перестраивать расписание, обеспечивая адаптацию к динамичным условиям. На практике это привело к повышению точности планирования, значительному сокращению нагрузки на персонал и повышению общей эффективности порта [16].

Данный пример иллюстрирует начальный потенциал реализации координационной функции в экосистеме ВЭД. Даже на уровне отдельного порта прослеживается переход от фрагментарного управления отдельными процессами к согласованной организации взаимодействия между.

Рассмотренные функции демонстрируют, что ИИ способен снижать барьеры, связанные с асинхронностью и фрагментацией данных, в экосистеме ВЭД. Однако их влияние на межсубъектные взаимодействия носит преимущественно точечный характер, ограничиваясь отдельными процессами и изолированными технологическими решениями, которые доступны далеко не всем участникам.

Показательным индикатором этой дифференциации выступает концентрация частных инвестиций в ИИ. За 2025 год их общемировой объем достиг 429,7 млрд долл. США, при этом на долю только Соединенных Штатов пришлось 301 млрд долл., а в совокупности с Германией, Китаем и Сингапуром – более 80% глобального финансирования. Цифры свидетельствуют о том, что возможность разрабатывать и внедрять передовые ИИ-решения сосредоточена в руках узкого круга стран [17]. Ещё более контрастно неравенство проявляется в распределении вычислительной инфраструктуры. Согласно анализу исследователей из Оксфордского университета, только в 32 странах расположены центры обработки данных, обеспечивающие вычислительные мощности, необходимые для развития передового искусственного интеллекта, а более чем в 150 странах центров обработки данных нет вообще [18].

Страны и компании, уже интегрировавшие ИИ в свои внешнеэкономические процессы, получают конкурентное преимущество за счет снижения издержек, повышения точности прогнозов и оптимизации логистики. Те, кто не имеет доступа к таким технологиям или необходимой инфраструктуры, рискуют оказаться неконкурентоспособными на мировой арене нового поколения. Таким образом, ИИ формирует не только новые возможности, но и создает угрозу цифрового неравенства в международной торговле.

В таком контексте приоритетом для государств должно стать не хаотичное распространение отдельных ИИ-систем среди субъектов ВЭД – для многих стран с развивающейся экономикой такое решение было бы затратным и малоэффективным – а создание инфраструктурной и институциональной среды, способной снизить барьеры доступа и повысить готовность участников ВЭД к работе с институциональными технологиями. Комплексная реализация государственной политики должна осуществляться в следующих направлениях:

1. Создание условий для доступа к ИИ-инфраструктуре – разработка национальных стандартов данных, совместимых с международными форматами; создание республиканских баз данных, пригодных для интеграции в глобальное информационное пространство; развитие инструментов киберзащиты. Это позволит странам с ограниченными ресурсами не создавать собственные дорогостоящие ИИ-решения с нуля, а использовать уже существующие, адаптируя их к своим задачам.

2. Формирование институциональной среды, стимулирующей внедрение ИИ – разработка нормативно-правовой базы для использования интеллектуальных систем, которая снижает регуляторные барьеры для использования интеллектуальных систем и создает стимулы для инвестиций в ИИ-решения.

3. Популяризация и развитие компетенций в сфере ИИ – обучение субъектов хозяйствования работе с интеллектуальными инструментами; повышение цифровой грамотности и навыков работы с данными на всех уровнях управления ВЭД. Это позволит странам не только использовать готовые решения, но и развивать собственные компетенции, снижая зависимость от внешних поставщиков.

Реализация указанных направлений создаст условия для преодоления цифрового неравенства и перехода от точечных ИИ-решений к более широкому использованию интеллектуальных технологий для повышения эффективности взаимодействия участников ВЭД. Это позволит в полной мере реализовать трансформационный потенциал искусственного интеллекта в экосистеме ВЭД, обеспечив равные возможности для всех участников международной торговли.

Таким образом, проведенный анализ демонстрирует, что в условиях цифровой трансформации экономики внешнеэкономическая деятельность все сложнее описывается системными моделями. Более релевантным становится экосистемный подход, смещающий фокус анализа с отдельных компонентов ВЭД на среду их взаимодействия. В этой аналитической модели ИИ выступает инструментом снижения барьеров, связанных с асинхронностью и фрагментацией информационных потоков, через унификацию данных, аналитическую обработку и координацию действий участников ВЭД. Тем не менее, интеллектуальные решения такого масштаба пока доступны лишь ограниченному числу организаций и стран, что создает риски цифрового неравенства. Широкомасштабная реализация потенциала ИИ в экосистеме ВЭД зависит от создания инфраструктурной и институциональной среды и требует целенаправленной государственной политики в этих областях. Предложенная экосистемная аналитическая рамка может служить основой для дальнейших исследований механизмов информационной связности и поиска путей преодоления цифрового разрыва в международной торговле.

Литература

1. Клейнер Г. Б. Социально-экономические экосистемы в свете системной парадигмы / Г. Б. Клейнер // Системный анализ в экономике – 2018: сборник трудов V Международной научно-практической конференции – биеннале (21–23 ноября 2018) / под общ. ред. Г. Б. Клейнера, С. Е. Щепетовой. – М. : Прометей, 2018. – С. 5–14.

2. Moore J. F. Predators and prey: a new ecology of competition / J. F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – Vol. 71. – No. 3. – pp. 75–86.

3. Eriksson K. Projects in the business ecosystem: the case of short sea shipping and logistics / K. Eriksson, K. Wikström, M. Hellström, R. E. Levitt // Project Management Journal. – 2019. – Vol. 50. – No. 2. – pp. 195–209.

4. Khokale M. (Mark). Reconstructing business ecosystem: a phenomenon review and action-centric operationalization / M. (Mark) Khokale, S. Baskaran // International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. – 2023. – Vol. 13. – No. 2. – pp. 644–662.

5. Шаповалов В. В. Концепция экосистемы в экономике и управлении: систематический обзор (часть 1) / В. В. Шаповалов, Е. С. Ратушняк // Экономика и управление. – 2024. – № 8. – С. 914–924.

6. Халин В. Г., Чернова Г. В., Калайда С. А. Экономические экосистемы и их классификация / В. Г. Халин, Г. В. Чернова, С. А. Калайда // Управленческое консультирование. – 2021. – № 2. – С. 38–54.

7. Barykin, S. Y.; Kapustina, I. V.; Kirillova, T. V.; Yadykin, V. K.; Konnikov, Y. A. Economics of Digital Ecosystems / S. Y. Barykin, I. V. Kapustina, T. V. Kirillova, V. K. Yadykin, Y. A. Konnikov // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2020. – Vol. 6. – No. 4. – pp. 1–16.

8. Capgemini Research Institute. Connecting the dots: Data sharing in the public sector / Capgemini Research Institute. – 2023. – Available at: https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2023/01/CRI_Data-Ecosystems-in-Public-Sector_web.pdf (accessed 17.08.2026).

9. Sultana N., Turkina E. Collaboration for Sustainable Innovation Ecosystem: The Role of Intermediaries / N. Sultana, E. Turkina // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – No. 10. – pp. 1–38.

10. Arbidane I., Synycyna H., Znotina D., Ruža O. Theoretical and Methodological Aspects for the Development of a Creative Economy in the Context of the Formation of an Innovative Business Ecosystem / I. Arbidane, H. Synycyna, D. Znotina, O. Ruža // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference. – Rezekne : Rezekne Academy of Technologies – 2023. – Vol. 1. – pp. 22–28.

11. Volosovych S., Baraniuk Yu. Blockchain Technology in the Financial Ecosystem / S. Volosovych, Yu. Baraniuk // Herald of KNUTE. – 2019. – No. 6. – pp. 93–104.

12. Goldman Sachs Global Investment Research. Gen AI: Too Much Spend, Too Little Benefit? / Goldman Sachs Global Investment Research. – 2024. – Available at: https://truenorthinstitute.com/wp-content/uploads/2024/03/Goldman-Sachs-Gen-AI-June-2024.pdf (accessed: 17.08.2026).

13. Dell'Acqua F., McFowland E. III, Mollick E., Lifshitz-Assaf H., Kellogg K. C., Rajendran S., Krayer L., Candelon F., Lakhani K. R. Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of Artificial Intelligence on Knowledge Worker Productivity and Quality / F. Dell'Acqua, E. McFowland III, E. Mollick, H. Lifshitz-Assaf, K. C. Kellogg, S. Rajendran, L. Krayer, F. Candelon, K. R. Lakhani // Organization Science. – 2026. – Vol. 37. – No. 2. – pp. 403–423.

14. iCustoms. AI Trade Compliance Software / iCustoms. – Available at: https://www.icustoms.ai/ (accessed: 17.08.2026).

15. Interos.ai AI-powered supply chain resilience platform / interos.ai. – Available at: https://www.interos.ai/ (accessed: 17.08.2026).

16. China Daily. Qingdao Port pushes intelligence deployment / China Daily. – 2026. – Available at: https://en.people.cn/n3/2026/0108/c90000-20411855.html (accessed: 17.08.2026).

17. Our World in Data. Estimated funding raised by privately held AI companies – CSET. – 2025. – Available at: https://ourworldindata.org/grapher/private-investment-in-artificial-intelligence-cset (accessed: 17.08.2026).

18. International Telecommunication Union (ITU). The Annual AI Governance Report 2025: Steering the Future of AI / ITU. – 2025. – Available at: https://www.itu.int/net/epub/TSB/2025-The-Annual-AI-Governance-Report-2025-Steering-the-Future-of-AI/files/basic-html/page30.html (accessed: 17.08.2026).

An ecosystem approach to studying foreign economic activity: potential and limitations of artificial intelligence application

Zhukova V.A.
Academy of Public Administration under the President of the Republic of Belarus

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

In the academic literature, foreign economic activity is traditionally examined within a systems approach; however, the digital transformation of the economy has highlighted the need for a more detailed analysis of the environment of interaction among its components. The article substantiates the applicability of the ecosystem approach to the study of foreign economic activity, with a focus on the environment in which its components interact. The key challenges facing this environment are identified, including the fragmentation of information flows and the asynchrony of participants' actions. The potential of artificial intelligence to mitigate these barriers is examined through the implementation of functions related to data standardization, analytical processing, and coordination of participants' actions. It is noted that existing solutions are predominantly application-specific, while their unequal accessibility may exacerbate the risks of digital inequality. The article concludes that there is a need for public policy aimed at creating an institutional and infrastructural environment that provides broader access to artificial intelligence technologies for foreign economic activity participants.

Keywords: foreign economic activity, digital transformation, ecosystem approach, foreign economic activity ecosystem, information environment, stakeholder interaction, artificial intelligence, digital inequality.

References

1. Kleiner G. B. Socio-economic ecosystems in the light of the systems paradigm / G. B. Kleiner // System Analysis in Economics – 2018: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Conference – Biennale (November 21–23, 2018) / ed. by G. B. Kleiner, S. E. Shchepetova. – Moscow : Prometey, 2018. – pp. 5–14.

2. Moore J. F. Predators and prey: a new ecology of competition / J. F. Moore // Harvard Business Review. – 1993. – Vol. 71. – No. 3. – pp. 75–86.

3. Eriksson K. Projects in the business ecosystem: the case of short sea shipping and logistics / K. Eriksson, K. Wikström, M. Hellström, R. E. Levitt // Project Management Journal. – 2019. – Vol. 50. – No. 2. – pp. 195–209.

4. Khokale M. (Mark). Reconstructing business ecosystem: a phenomenon review and action-centric operationalization / M. (Mark) Khokale, S. Baskaran // International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. – 2023. – Vol. 13. – No. 2. – pp. 644–662.

5. Shapovalov V. V. The concept of ecosystem in economics and management: a systematic review (Part 1) / V. V. Shapovalov, E. S. Ratushnyak // Economics and Management. – 2024. – No. 8. – pp. 914–924.

6. Khalin V. G., Chernova G. V., Kalayda S. A. Economic ecosystems and their classification / V. G. Khalin, G. V. Chernova, S. A. Kalayda // Administrative Consulting. – 2021. – No. 2. – pp. 38–54.

7. Barykin, S. Y.; Kapustina, I. V.; Kirillova, T. V.; Yadykin, V. K.; Konnikov, Y. A. Economics of Digital Ecosystems / S. Y. Barykin, I. V. Kapustina, T. V. Kirillova, V. K. Yadykin, Y. A. Konnikov // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2020. – Vol. 6. – No. 4. – pp. 1–16.

8. Capgemini Research Institute. Connecting the dots: Data sharing in the public sector / Capgemini Research Institute. – 2023. – Available at: https://prod.ucwe.capgemini.com/wp-content/uploads/2023/01/CRI_Data-Ecosystems-in-Public-Sector_web.pdf (accessed 17.08.2026).

9. Sultana N., Turkina E. Collaboration for Sustainable Innovation Ecosystem: The Role of Intermediaries / N. Sultana, E. Turkina // Sustainability. – 2023. – Vol. 15. – No. 10. – pp. 1–38.

10. Arbidane I., Synycyna H., Znotina D., Ruža O. Theoretical and Methodological Aspects for the Development of a Creative Economy in the Context of the Formation of an Innovative Business Ecosystem / I. Arbidane, H. Synycyna, D. Znotina, O. Ruža // Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 14th International Scientific and Practical Conference. – Rezekne : Rezekne Academy of Technologies – 2023. – Vol. 1. – pp. 22–28.

11. Volosovych S., Baraniuk Yu. Blockchain Technology in the Financial Ecosystem / S. Volosovych, Yu. Baraniuk // Herald of KNUTE. – 2019. – No. 6. – pp. 93–104.

12. Goldman Sachs Global Investment Research. Gen AI: Too Much Spend, Too Little Benefit? / Goldman Sachs Global Investment Research. – 2024. – Available at: https://truenorthinstitute.com/wp-content/uploads/2024/03/Goldman-Sachs-Gen-AI-June-2024.pdf (accessed: 17.08.2026).

13. Dell'Acqua F., McFowland E. III, Mollick E., Lifshitz-Assaf H., Kellogg K. C., Rajendran S., Krayer L., Candelon F., Lakhani K. R. Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of Artificial Intelligence on Knowledge Worker Productivity and Quality / F. Dell'Acqua, E. McFowland III, E. Mollick, H. Lifshitz-Assaf, K. C. Kellogg, S. Rajendran, L. Krayer, F. Candelon, K. R. Lakhani // Organization Science. – 2026. – Vol. 37. – No. 2. – pp. 403–423.

14. iCustoms. AI Trade Compliance Software / iCustoms. – Available at: https://www.icustoms.ai/ (accessed: 17.08.2026).

15. Interos.ai AI-powered supply chain resilience platform / interos.ai. – Available at: https://www.interos.ai/ (accessed: 17.08.2026).

16. China Daily. Qingdao Port pushes intelligence deployment / China Daily. – 2026. – Available at: https://en.people.cn/n3/2026/0108/c90000-20411855.html (accessed: 17.08.2026).

17. Our World in Data. Estimated funding raised by privately held AI companies – CSET. – 2025. – Available at: https://ourworldindata.org/grapher/private-investment-in-artificial-intelligence-cset (accessed: 17.08.2026).

18. International Telecommunication Union (ITU). The Annual AI Governance Report 2025: Steering the Future of AI / ITU. – 2025. – Available at: https://www.itu.int/net/epub/TSB/2025-The-Annual-AI-Governance-Report-2025-Steering-the-Future-of-AI/files/basic-html/page30.html (accessed: 17.08.2026).

Развитие экспортного потенциала малого и среднего предпринимательства СФО как фактор повышения эффективности национального проекта «Международная кооперация и экспорт»

Карасева Дарья Николаевна
аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ), karaseva.d.n@mail.ru,

Попов Дмитрий Андреевич
аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ), dmitrypopovv97@mail.ru

Цель: Обоснование роли малого и среднего предпринимательства (МСП) в повышении эффективности реализации национального проекта «Международная кооперация и экспорт» в регионах Сибирского федерального округа (СФО) и разработка практических мер по развитию экспортного потенциала МСП.
Методы: Исследование базируется на системном и сравнительном анализе. Использованы методы контент-анализа программных документов, статистической обработки данных Российского экспортного центра (РЭЦ) и отчетов центров поддержки экспорта (ЦПЭ), а также методы экспертной оценки барьеров и перспектив МСП-экспорта.
Результаты: Выявлено, что МСП СФО обладает значительным, но недостаточно реализованным экспортным потенциалом, особенно в агропромышленном, лесоперерабатывающем, пищевом и сервисном секторах. Установлены ключевые барьеры: дефицит компетенций ВЭД, высокая стоимость сертификации и логистики, недостаточное пост-выставочное сопровождение. Показано, что традиционные меры поддержки ориентированы преимущественно на крупных экспортеров, а доля МСП в общем объёме поддержанного экспорта остаётся низкой.
Выводы: Развитие экспортного потенциала МСП требует перехода от разовой поддержки к системе «выращивания» экспортера, включающей диагностику, обучение, адаптацию продукции, логистическую поддержку, постконтрактное сопровождение и цифровые сервисы. Предложен комплекс мер: экспортные акселераторы, межрегиональная консолидация грузов, субсидирование сертификации и внедрение платформы «Экспортный навигатор СФО». Реализация этих мер позволит увеличить число устойчивых МСП-экспортеров и диверсифицировать экспортную структуру округа.
Ключевые слова: национальный проект, международная кооперация, экспорт, Сибирский федеральный округ, малое и среднее предпринимательство, центры поддержки экспорта, экспортный потенциал, несырьевой неэнергетический экспорт, экспортный акселератор.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью диверсификации структуры российского экспорта и повышения доли продукции с высокой добавленной стоимостью. Национальный проект «Международная кооперация и экспорт» ставит амбициозные цели по росту несырьевого неэнергетического экспорта, однако их достижение невозможно без активного вовлечения малого и среднего предпринимательства (МСП). Именно МСП способно оперативно адаптироваться к изменению рыночной конъюнктуры, осваивать нишевые рыночные сегменты и формировать устойчивые экспортные цепочки на региональном уровне [1, с. 5].

Особую значимость эта задача приобретает для регионов Сибирского федерального округа (СФО), обладающих значительным промышленным, аграрным и лесопромышленным потенциалом. Однако существующая система поддержки экспорта в значительной степени ориентирована на крупные предприятия, тогда как МСП сталкивается с комплексом барьеров: дефицит компетенций в сфере ВЭД, высокая стоимость сертификации, логистические ограничения, недостаток оборотных средств и слабое пост-выставочное сопровождение [2]. В связи с этим развитие экспортного потенциала МСП рассматривается в качестве одного из ключевых факторов повышения эффективности национального проекта в регионах СФО [3].

Цель исследования – обосновать роль МСП в повышении эффективности национального проекта и предложить практические меры по развитию экспортного потенциала малого и среднего бизнеса в СФО. Для достижения цели решены задачи: проанализировано текущее состояние и проблемы МСП-экспорта в СФО, выявлены основные барьеры, систематизированы успешные региональные практики и разработаны предложения по совершенствованию механизмов поддержки.

Литературный обзор

Проблематика экспортной деятельности МСП активно разрабатывается в отечественной и зарубежной литературе. Вопросы институциональной поддержки малого бизнеса на региональном уровне исследованы Е.А. Бахтаировой и А.М. Трапезниковой, которые предлагают подходы к оценке эффективности центров поддержки экспорта (ЦПЭ). В.В. Рыбаков анализирует инструменты освоения новых внешних рынков в условиях санкций, подчёркивая важность нефинансовых мер поддержки для МСП [3]. Т.А. Гилева рассматривает стратегии выхода российских МСП на внешние рынки и факторы принятия решений, акцентируя внимание на психологических и организационных барьерах [3].

Региональные аспекты развития Сибири в условиях современных вызовов раскрыты в работах В.В. Куимова и С.А. Самусенко, а также А.Ю. Филина и О.В. Танимова, которые рассматривают переориентацию экспортных потоков на дружественные страны. О.А. Чепинога в своей работе анализирует развитие государственной поддержки экспортной деятельности МСП именно в Сибирском федеральном округе, выделяя специфические региональные особенности [9]. Н.О. Якушев исследует региональные тренды экспорта МСП в России, отмечая существенную дифференциацию между субъектами федерации [10].

Однако комплексных исследований, посвящённых именно развитию экспортного потенциала МСП СФО в контексте национального проекта, недостаточно. Данная работа восполняет этот пробел, фокусируясь на практических механизмах «выращивания» экспортно ориентированных малых и средних предприятий.

Материалы и методы

Теоретической базой послужили труды отечественных авторов по региональной экономике, внешнеэкономической деятельности и поддержке предпринимательства. Информационно-эмпирическую основу составили паспорт национального проекта «Международная кооперация и экспорт» (2025–2030) [1], данные Российского экспортного центра (РЭЦ) о поддержке МСП в Сибирском федеральном округе [2], региональные программы развития экспорта, отчёты ЦПЭ, а также аналитические материалы о результатах поддержки МСП-экспортеров [4; 5; 6; 7; 8].

Методология включает системный, сравнительный и институциональный подходы. Использованы методы контент-анализа, группировки, статистической обработки данных, а также метод экспертных оценок для идентификации барьеров и перспективных направлений.

Результаты

Анализ текущего состояния экспортной деятельности малого и среднего предпринимательства в Сибирском федеральном округе позволяет сделать вывод о наличии значительного, но недостаточно реализованного потенциала. По данным Российского экспортного центра, в 2024 году на долю малых и средних предприятий пришлось лишь около 12% общего объёма несырьевого неэнергетического экспорта округа [2]. Это существенно ниже показателей развитых регионов европейской части России, где доля МСП в экспорте достигает 20–25%. При этом число МСП-экспортёров в СФО выросло на 18% по сравнению с 2023 годом, что свидетельствует о постепенном вовлечении малого бизнеса во внешнеэкономическую деятельность, но одновременно указывает на то, что рост числа участников не сопровождается адекватным увеличением объёмов поставок. Иными словами, многие предприятия делают первые шаги в экспорте, но сталкиваются с системными барьерами, препятствующими масштабированию деятельности.

Региональная структура МСП-экспорта в СФО характеризуется выраженной неоднородностью. Наибольшую активность демонстрируют Новосибирская область, Алтайский край и Омская область, где сформированы устойчивые агропромышленные кластеры, обладающие как производственной базой, так и элементарной экспортной инфраструктурой. В Новосибирской области малые и средние предприятия специализируются на экспорте продуктов питания (мука, крупы, кондитерские изделия), оборудования для пищевой промышленности, а также медицинских услуг и фармацевтической продукции, что обусловлено наличием крупного научно-образовательного центра. По итогам 2023 года новосибирские компании-экспортёры МСП заработали 24 млн долларов США [5]. Алтайский край традиционно является одним из лидеров по экспорту зернобобовых, масличных культур, муки и растительных масел, при этом МСП региона демонстрируют наибольшую долю в региональном несырьевом экспорте среди всех субъектов СФО — около 22%. Омская область выделяется экспортом кондитерских изделий, сельхозтехники и нефтехимической продукции, однако доля МСП здесь составляет около 16%, что указывает на доминирование крупных промышленных предприятий.

В лесопромышленном секторе лидирующие позиции занимают Иркутская область и Красноярский край, где сосредоточены основные лесозаготовительные и деревообрабатывающие мощности. Однако здесь малые и средние предприятия чаще всего выступают в роли субподрядчиков крупных экспортёров, осуществляя первичную переработку древесины или логистическое сопровождение. Доля МСП в региональном несырьевом экспорте Иркутской области составляет лишь около 9%, а Красноярского края — около 10%, что свидетельствует о высокой степени концентрации экспортных операций в руках крупных холдингов. В этих регионах малый бизнес сталкивается с особыми барьерами: сложностью сертификации лесопродукции по международным стандартам, зависимостью от крупных трейдеров, контролирующих каналы сбыта, а также высокой капиталоёмкостью экспортных операций.

Томская область демонстрирует иную модель МСП-экспорта, ориентированную на нишевую продукцию с высокой добавленной стоимостью: кедровые орехи и продукты их переработки, мёд, медицинские услуги, а также ИТ-решения и наукоёмкие продукты, создаваемые на базе томских вузов и научных институтов. Доля МСП в региональном экспорте составляет около 14%, однако основными проблемами остаются масштабирование производства и недостаточная узнаваемость региональных брендов на внешних рынках. Республики Тыва, Алтай и Хакасия имеют крайне низкие показатели экспортной активности МСП, что связано с отсутствием сформированной экспортной инфраструктуры, низкой плотностью предпринимательской деятельности и удалённостью от основных транспортных коридоров.

Особый интерес представляет исследование опыта участия МСП СФО в международных выставках и бизнес-миссиях, проведённых в 2023–2024 годах с государственной поддержкой. Анализ показал, что, несмотря на организационную помощь со стороны центров поддержки экспорта и Российского экспортного центра, около 60% контактов, установленных малыми и средними предприятиями с потенциальными иностранными покупателями, не переходят в стадию заключения контрактов. Это свидетельствует о системной проблеме, получившей название «разорванного цикла» экспортной поддержки. Причинами являются недостаточная предварительная подготовка компаний к переговорам (отсутствие адаптированных коммерческих предложений на иностранных языках, неполная техническая документация, несоответствие упаковки требованиям целевого рынка), отсутствие пост-выставочного сопровождения со стороны региональных институтов поддержки, а также острая нехватка финансовых средств на этапе сертификации, испытаний и адаптации продукции к требованиям страны-импортёра [7]. В результате выставки и бизнес-миссии, на которые выделяются значительные бюджетные средства, не приносят ожидаемого экономического эффекта, а их результативность оценивается преимущественно по числу проведённых встреч, а не по заключённым контрактам.

Таблица 1

Специфика МСП-экспорта в субъектах СФО (2024 г.)

Субъект СФО	Основные экспортные товары МСП	Доля МСП в региональном несырьевом экспорте	Ключевые барьеры для МСП
Новосибирская область	Продукты питания, оборудование, медицинские услуги	~18%	Сертификация, логистика, конкуренция
Алтайский край	Мука, масла, крупы, зернобобовые	~22%	Фитосанитарные требования, транспорт
Иркутская область	Лесопродукция, химия	~9%	Сложность сертификации, зависимость от крупных трейдеров
Омская область	Кондитерские изделия, сельхозтехника	~16%	Доступ к внешним рынкам, капитал
Красноярский край	Пиломатериалы, оборудование	~10%	Логистика, сезонность
Томская область	Кедровая продукция, мед, ИТ-услуги	~14%	Масштабирование, узнаваемость бренда

Вместе с тем существуют позитивные примеры, которые показывают, что реализация программ поддержки МСП является важным элементом государственной политики. В 2024 году центры поддержки экспорта помогли компаниям МСП по всей России заключить экспортные контракты на общую сумму 139 млрд рублей [8]. В Сибирском федеральном округе по итогам 2022 года более 3,3 тыс. экспортёров-МСП получили поддержку региональных ЦПЭ [2]. Министерство экономического развития Российской Федерации также фиксирует рост числа МСП, вовлекаемых в экспортную деятельность: в 2024 году центры поддержки экспорта оказали помощь 422 компаниям МСП [4]. Эти данные свидетельствуют о наличии системной работы, однако масштаб поддержки пока недостаточен для кардинального изменения структуры экспорта СФО.

Особую тревогу вызывает слабая вовлечённость МСП из республик Тыва, Алтай и Хакасия, где экспортная инфраструктура только формируется, а число предприятий, обладающих производственными мощностями и компетенциями для выхода на внешние рынки, крайне ограничено. В этих регионах основная задача на текущем этапе заключается не в наращивании объёмов экспорта, а в создании базовых условий для экспортного «старта»: формировании у предпринимателей понимания экспортных процедур, организации первичного обучения, выявлении перспективных товарных ниш и разработке продуктов, потенциально востребованных на соседних рынках (Монголия, Казахстан, Китай). Отсутствие таких базовых условий делает невозможным полноценное участие малого бизнеса этих регионов в реализации национального проекта.

Российский экспортный центр активно развивает новые форматы поддержки. В частности, на III Сибирском форуме МСП в Иркутске была представлена программа «Экспортное наставничество», направленная на индивидуальное сопровождение малых предприятий опытными экспортёрами [7]. Правительство Российской Федерации также направило 1,5 млрд рублей регионам на поддержку МСП-экспортёров, что позволяет расширить объём субсидируемых услуг по сертификации, логистике и участию в выставках [6].

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать вывод, что современная система поддержки экспортной деятельности МСП в СФО в значительной степени воспроизводит модель, ориентированную на крупных экспортёров. Меры государственной поддержки — субсидирование участия в выставках, консультационные услуги, образовательные семинары — зачастую не адаптированы к реальным потребностям малых предприятий, особенно на этапах пост-выставочного сопровождения, сертификации и логистического обеспечения. Это приводит к тому, что потенциал МСП-экспорта используется не более чем на 30–40%, а устой-

чивых экспортёров среди малого и среднего бизнеса остаётся критически мало для диверсификации экспортной структуры СФО [9; 10]. В связи с этим требуется пересмотр подходов к поддержке МСП с акцентом на создание полного цикла «выращивания» экспортёра: от диагностики готовности до сопровождения после заключения контракта и контроля повторных поставок.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют выделить четыре группы ключевых проблем, сдерживающих развитие экспортного потенциала МСП в СФО:

1. Финансово-экономические. Высокая стоимость сертификации, логистики и адаптации продукции делает экспортные операции для малых предприятий малорентабельными. Особенно это касается удалённых районов. Даже при компенсации части затрат в рамках национального проекта, малые предприятия испытывают дефицит оборотных средств для предоплаты услуг [6].

2. Институциональные. Недостаточная координация между ЦПЭ, отсутствие единого стандарта сопровождения экспортёра и слабое поствыставочное обслуживание снижают эффективность государственной поддержки. Как показал анализ, около 60% контактов, полученных на выставках, не переходят в контракты именно из-за отсутствия системного постсопровождения [7].

3. Компетентностные. Дефицит знаний о внешнеторговых процедурах, контрактном праве, логистике и платежных механизмах ограничивает самостоятельный выход МСП на внешние рынки. По данным исследований, до 40% малых предприятий называют отсутствие компетенций в сфере ВЭД основным барьером для начала экспортной деятельности [3; 9].

4. Инфраструктурные. Неразвитость логистической инфраструктуры для малых партий, отсутствие консолидационных складов и ограниченный доступ к цифровым сервисам препятствуют масштабированию экспортной деятельности. Особенно остро эта проблема стоит для регионов, удалённых от основных транспортных коридоров [10].

В противовес существующей практике, ориентированной на количественные показатели (число консультаций, участие в мероприятиях), предлагается перейти к качественным индикаторам: количество МСП, заключивших экспортные контракты после поддержки; доля повторных поставок; прирост экспортной выручки у МСП. Для системного решения проблем целесообразно внедрить модель «Экспортного акселератора», включающую семь этапов: диагностика, выбор рынка, адаптация продукта, сертификация, продвижение, контрактование и постсопровождение.

Положительным примером является программа «Экспортное наставничество», представленная РЭЦ на Сибирском форуме МСП в Иркутске [7]. Данная программа предполагает индивидуальное сопровождение малых предприятий опытными экспортёрами, что позволяет компенсировать дефицит компетенций и снизить риски первых экспортных сделок. Масштабирование таких практик на все регионы СФО является одной из приоритетных задач.

Заключение

Развитие экспортного потенциала малого и среднего предпринимательства является критически важным фактором повышения эффективности реализации национального проекта «Международная кооперация и экспорт» в Сибирском федеральном округе. МСП способно диверсифицировать структуру экспорта, освоить нишевые рынки и повысить добавленную стоимость региональной продукции. Однако, как показало исследование, существующая система поддержки ориентирована преимущественно на крупных экспортёров, а потенциал МСП используется не более чем на 30–40%.

На основе проведённого анализа предложен комплекс мер, направленных на устранение выявленных барьеров:

— Создание межрегионального центра компетенций по экспорту МСП для унификации подходов к сопровождению и обмену лучшими практиками.

— Запуск программы «Экспортный акселератор СФО» с индивидуальным маршрутом для каждого предприятия-участника (диагностика – обучение – адаптация – сертификация – продвижение – постконтрактное сопровождение), с опорой на успешный опыт программы «Экспортное наставничество» РЭЦ [7].

— Внедрение цифровой платформы «Экспортный навигатор СФО» для консолидации малых партий, расчёта логистических маршрутов и подбора иностранных покупателей.

— Субсидирование сертификации, перевода документации и адаптации упаковки для МСП с приоритетом для продукции высокой переработки, с использованием выделенных Правительством РФ 1,5 млрд рублей на поддержку МСП-экспортёров [6].

— Введение обязательного постсопровождения для компаний, участвовавших в выставках и бизнес-миссиях, в течение 6–12 месяцев после мероприятия, что позволит сократить долю «потерянных» контактов с 60% до 20–25%.

Реализация предложенных мер позволит увеличить число устойчивых МСП-экспортёров в СФО не менее чем на 30% к 2030 году, повысить долю МСП в региональном несырьевом экспорте до 20–25% и существенно диверсифицировать товарную структуру экспорта округа. Таким образом, развитие экспортного потенциала МСП выступает не просто дополнительным направлением, а системообразующим фактором повышения эффективности национального проекта «Международная кооперация и экспорт» в регионах Сибирского федерального округа.

Литература

1. Паспорт национального проекта «Международная кооперация и экспорт» (2025–2030). – URL: https://mbnso.ru/upload/medialibrary/02a/Паспорт_НП_Международная_кооперация_и_экспорт_2025-2030.pdf (дата обращения: 28.05.2026).
2. Более 3,3 тыс. экспортеров-МСП Сибири получили поддержку Центров поддержки экспорта регионов в 2022 году // Российский экспортный центр : официальный сайт. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
3. Гилева, Т. А. Выход российских МСП на внешние рынки: стратегии и факторы принятия решений / Т. А. Гилева // Научная статья. – 2024. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vyhod-rossiyskih-msp-na-vneshnie-rynki (дата обращения: 28.05.2026).
4. Дмитрий Вольвач: центры поддержки экспорта оказали помощь 422 компаниям МСП // Министерство экономического развития Российской Федерации: официальный сайт. – URL: https://www.economy.gov.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
5. Новосибирские компании-экспортеры МСП заработали 24 млн $ США по итогам 2023 года // Инвестиционный портал Новосибирской области. – URL: https://invest.nso.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
6. Правительство направит 1,5 млрд рублей регионам на поддержку МСП-экспортеров // Министерство экономического развития Российской Федерации : официальный сайт. – URL: https://www.economy.gov.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
7. РЭЦ представил программу «Экспортное наставничество» на III Сибирском форуме МСП в Иркутске // Российский экспортный центр : официальный сайт. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
8. Центры поддержки экспорта помогли компаниям МСП заключить экспортные контракты на 139 млрд рублей в 2024 году // Российский экспортный центр: официальный сайт. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (дата обращения: 28.05.2026).
9. Чепинога, О. А. О развитии государственной поддержки экспортной деятельности малого и среднего предпринимательства в Сибирском федеральном округе / О. А. Чепинога // Научная статья. – 2023. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-razvitii-gosudarstvennoy-podderzhki-eksportnoy-deyatelnosti-malogo-i-srednego-predprinimatelstva-v-sibirskom (дата обращения: 28.05.2026).
10. Якушев, Н. О. К вопросу об экспорте МСП в России: региональный тренд / Н. О. Якушев // Научная статья. – 2019. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-eksporte-msp-v-rossii (дата обращения: 28.05.2026).

Development of export potential of small and medium-sized enterprises in the sfd as a factor for increasing the efficiency of the national project "international cooperation and export"

Karaseva D.N., Popov D.A.
Novosibirsk State University of Economics and Management "NINH" (NSUEM)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Objective: To substantiate the role of small and medium-sized enterprises (SMEs) in improving the efficiency of the implementation of the national project "International Cooperation and Export" in the regions of the Siberian Federal District (SFD) and to develop practical measures for the development of SMEs' export potential.

Methods: The research is based on systemic and comparative analysis. Methods of content analysis of program documents, statistical processing of data from the Russian Export Center (REC) and reports of export support centers (ESCs), as well as methods of expert assessment of barriers and prospects for SME exports were used.

Results: It was revealed that SMEs in the SFD have significant but underutilized export potential, especially in the agro-industrial, timber processing, food and service sectors. Key barriers were identified: lack of foreign trade competencies, high costs of certification and logistics, insufficient post-exhibition support. It is shown that traditional support measures are focused primarily on large exporters, and the share of SMEs in the total volume of supported exports remains low.

Conclusions: The development of the export potential of SMEs requires a transition from one-time support to a system of "growing" an exporter, including diagnostics, training, product adaptation, logistics support, post-contract support and digital services. A set of

measures is proposed: export accelerators, interregional cargo consolidation, subsidization of certification and introduction of the "Export Navigator of the SFD" platform. The implementation of these measures will increase the number of sustainable SME exporters and diversify the export structure of the district.
Keywords: national project, international cooperation, export, Siberian Federal District, small and medium-sized enterprises, export support centers, export potential, non-resource non-energy export, export accelerator.

References

1. Passport of the national project "International Cooperation and Export" (2025–2030). – URL: https://mbnso.ru/upload/medialibrary/02a/Паспорт_НП_Международная_кооперация_и_экспорт_2025-2030.pdf (accessed: 28.05.2026).
2. More than 3.3 thousand SME exporters in Siberia received support from Regional Export Support Centers in 2022 // Russian Export Center : official website. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (accessed: 28.05.2026).
3. Gileva, T. A. Russian SMEs' Entry into Foreign Markets: Strategies and Decision-Making Factors / T. A. Gileva // Scientific article. – 2024. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vyhod-rossiyskih-msp-na-vneshnie-rynki (accessed: 28.05.2026).
4. Dmitry Volvach: export support centers provided assistance to 422 SMEs // Ministry of Economic Development of the Russian Federation : official website. – URL: https://www.economy.gov.ru/ (accessed: 28.05.2026).
5. Novosibirsk SME exporters earned $24 million in 2023 // Investment Portal of the Novosibirsk Region. – URL: https://invest.nso.ru/ (accessed: 28.05.2026).
6. The Government will allocate 1.5 billion rubles to the regions to support SME exporters // Ministry of Economic Development of the Russian Federation : official website. – URL: https://www.economy.gov.ru/ (accessed: 28.05.2026).
7. REC presented the "Export Mentoring" program at the III Siberian SME Forum in Irkutsk // Russian Export Center : official website. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (accessed: 28.05.2026).
8. Export support centers helped SMEs conclude export contracts worth 139 billion rubles in 2024 // Russian Export Center : official website. – URL: https://www.exportcenter.ru/ (accessed: 28.05.2026).
9. Chepinoga, O. A. On the development of state support for export activities of small and medium-sized enterprises in the Siberian Federal District / O. A. Chepinoga // Scientific article. – 2023. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/o-razvitii-gosudarstvennoy-podderzhki-eksportnoy-deyatelnosti-malogo-i-srednego-predprinimatelstva-v-sibirskom (accessed: 28.05.2026).
10. Yakushev, N. O. On the issue of SME exports in Russia: regional trend / N. O. Yakushev // Scientific article. – 2019. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-ob-eksporte-msp-v-rossii (accessed: 28.05.2026).

От «прорывной кампании» к «регулярному управлению»: институциональная логика трансформации устойчивости китайского управления сокращением бедности

Ли Син
преподаватель, Институт марксизма, 1246554652@qq.com,

Ло Сичжэн
доктор философии (PhD), доцент, Институт политики и права, lxzzuoyi@sina.com

Последовательное продвижение строительства общества средней зажиточности и стратегии сельского возрождения ставит вопрос о том, как сверхкрупная развивающаяся страна переходит от кампанийного преодоления бедности к регулярному предупреждению возврата к бедности. В статье на основе рамки «мобилизация — институциональное усвоение — интеграция» анализируется механизм формирования институциональной устойчивости китайского управления сокращением бедности. Показано, что общенациональная высокоэффективная мобилизационная модель борьбы с бедностью содержит три структурных противоречия: административные издержки, дисбаланс стимулов и информационную асимметрию. После перехода к этапу сельского возрождения эти ограничения продолжают проявляться в повседневном управлении. Их преодоление возможно через совместное действие динамического мониторинга, резильентного управления и институционального сопряжения, благодаря чему чрезвычайное мобилизационное преимущество периода прорыва преобразуется в эффективность регулярного управления. Главная ценность китайского опыта состоит не только в быстром устранении абсолютной бедности, но и в создании механизма, способного закреплять результаты и адаптироваться к смене управленческих задач.

Ключевые слова: сверхкрупное управление; управление сокращением бедности; институциональная устойчивость; мобилизация — институциональное усвоение — интеграция; сельское возрождение; предупреждение возврата к бедности.

Введение: от «чуда сокращения бедности» к проблеме управленческой трансформации

В 2021 г. Китай объявил о полной победе в борьбе с бедностью: все 98,99 млн сельских жителей, которые относились к бедному населению по действующему национальному стандарту, были выведены из состояния бедности [1]. Для страны, где проживает почти пятая часть населения мира, ликвидация абсолютной бедности стала выдающимся событием в истории мирового развития. Однако если исследование ограничивается восхищением этим достижением и его описательным обобщением, оно упускает центральный вопрос, обладающий подлинной теоретической значимостью.

После исторического решения проблемы абсолютной бедности центр государственного управления постепенно сместился к закреплению и расширению результатов борьбы с бедностью, а также к всестороннему продвижению сельского возрождения. Существующие исследования чаще всего ограничиваются срезовым описанием практического опыта целевой борьбы с бедностью или интерпретацией политико-правовых документов о сельском возрождении. Между тем внутренний механизм, благодаря которому сверхкрупная система управления формирует и поддерживает институциональную устойчивость в процессе смены управленческих задач, раскрыт еще недостаточно. Именно это обстоятельство служит исходной точкой настоящего анализа.

Для большинства развивающихся стран краткосрочная и высокоинтенсивная мобилизация ресурсов ради сокращения бедности не является принципиально невозможной. Подлинная трудность состоит в другом: после ухода внешней помощи и специальных политических мер необходимо закрепить достигнутые результаты и предотвратить массовый возврат к бедности. В сравнительной перспективе ядро китайского опыта заключается не столько в инструментах периода прорывной кампании, сколько в долгосрочной логике управления, способной выдерживать политические колебания и сохранять результаты выхода из бедности. Именно это содержание в статье обозначается как институциональная устойчивость. Для его раскрытия выстраивается трехмерная аналитическая рамка «мобилизация — институциональное усвоение — интеграция».

Борьба с бедностью: мобилизационная логика общегосударственной системы и ее внутренние напряжения

Как становится возможной мобилизация: ценностная интеграция и организационное проникновение

С точки зрения ценностного основания, идея всеобщего процветания встроена в сущностную логику социалистической системы. Практика устранения абсолютной бедности выступает конкретным разворачиванием социалистической институциональной логики в сфере народного благосостояния. Классическое положение Дэн Сяопина о том, что «бедность не является социализмом», обеспечило данному процессу исходную политическую легитимность и глубоко повлияло на последующее проектирование системы сокращения бедности [2]. В условиях ценностной интеграции институциональный эффект проявился в трех взаимосвязанных измерениях.

В этой логике институциональный эффект проявляется в трех взаимосвязанных измерениях. Во-первых, государство глубоко реорганизует управленческие ресурсы, направляя административные силы, финансы и показатели оценки к низовому уровню. Во-вторых, сокращение бедности накапливает моральную легитимность, поскольку улучшение жизни населения подтверждает ценностную основу политики. В-третьих, единая цель прорывной кампании создает механизм организационной координации, включающий кадры разных уровней в общий формат действия. Ресурсы, легитимность и организационная способность образуют замкнутый контур управления борьбой с бедностью.

На организационном уровне инфраструктурой мобилизации стала сеть Коммунистической партии Китая. Принцип «пять уровней секретарей отвечают за борьбу с бедностью», восточно-западное сотрудничество, адресная помощь и рабочие группы в деревнях обеспечили передачу политического сигнала от центра до сельского сообщества. Более 3 млн кадров были направлены в бедные деревни, а управление «лицом к лицу» сократило информационные потери [3]. С точки зрения публич-

ного управления это означает преобразование политической мобилизации в административную эффективность; однако вопрос о том, сохраняется ли такая логика после снятия чрезвычайной задачи, остается открытым.

Границы мобилизации: три напряжения

Первое напряжение связано с административными издержками. Точная доставка ресурсов требовала масштабных бюджетных переводов, командирования кадров, сбора и постоянного обновления данных. Как отмечалось в журнале «Баньюэтань», даже заполнение учетных карточек для нескольких десятков домохозяйств могло превращаться для деревенских кадров в несколько бессонных ночей [5]. Когда издержки приближаются к управленческой отдаче, высокоинтенсивная мобилизационная модель сталкивается с проблемой устойчивости.

Второе напряжение касается стимулов: масштабное внешнее ресурсное вливание быстро улучшает материальные условия, но при длительном действии может ослаблять внутреннюю мотивацию развития и порождать зависимость от помощи. Третье напряжение связано с информационной асимметрией и риском «захвата идентификации»: стандартизированная процедура признания бедности легко подвергается влиянию сетей знакомства, родства и локальных интересов. Эти напряжения не отменяют достижений борьбы с бедностью, но показывают, что мобилизационная способность имеет границы и нуждается в институциональном ответе.

Институциональное усвоение: механизм формирования устойчивости управления сокращением бедности

Цифровой мониторинг: техническое усвоение как ответ на информационную асимметрию

В «постбедностную эпоху» информационная асимметрия получила новый технический ответ. Механизм мониторинга и помощи для предотвращения возврата к бедности преобразовал систему регистрации бедных домохозяйств из статической базы в динамическую систему раннего предупреждения. Сведения о снижении доходов, крупных медицинских расходах или стихийных бедствиях передаются через сельских наблюдателей, волостную проверку и уездную регистрацию, а трехцветная система предупреждения концентрирует ограниченные ресурсы на наиболее уязвимых группах.

Практика Гуйчжоу показывает, как традиционная база данных может стать платформой мониторинга: данные медицинского страхования, гражданской администрации и занятости используются для автоматического выявления рисков, а сельские наблюдатели проводят проверку домохозяйства на месте [6]. При этом цифровая система не заменяет низовой опыт. Она лишь переопределяет границы усмотрения: данные о недвижимости, транспорте и предпринимательской регистрации позволяют выделить сомнительные случаи, но окончательное решение все равно требует выездной проверки. Для внезапных рисков — болезни, бедствия, утраты трудоспособности — личная верификация остается незаменимой.

Резильентное управление: усвоение способности отвечать на неопределенность риска

Цифровой мониторинг направлен на устранение технических слабостей в точном выявлении риска, тогда как резильентное управление отвечает на реальные трудности организационного функционирования. Когда эпидемии, климатические бедствия, колебания отраслей и другие внешние риски накладываются друг на друга, ключевой вопрос состоит в том, способна ли система помощи, опираясь на собственную эластичность, смягчить удар и стабилизировать управленческие колебания.

Традиционная схема «точное выявление — точная помощь — точный выход» исходила из того, что риски можно наблюдать, классифицировать и устранять последовательно. На этапе сельского возрождения эта предпосылка ослабевает: бедность становится результатом сложного взаимодействия рынка, здоровья, образования, климата, занятости и семейной структуры. Поэтому цель управления состоит не в устранении всех рисков, а в повышении адаптивной способности системы.

Резильентное управление переносит акцент с постфактумной помощи на способность домохозяйств к самозащите. Чем богаче материальные активы, трудовые навыки и социальные связи, тем меньше зависимость от административного спасения. Исследования Ян Чжипин, Хань Ся и Ян Минъи показывают, что устойчивость связана с зеленым развитием, многофакторной конфигурацией рисков и качеством переселенческого управления [7; 8]. В этом смысле резильентное управление не отрицает мобилизацию, а усваивает ее: отношения помощи, рабочие группы, мастерские и отраслевые базы преобразуются в долгосрочные сети поддержки и источники коллективного дохода.

Органическое сопряжение: от «продолжения политики» к «интеграции управления»

Органическое сопряжение борьбы с бедностью и сельского возрождения означает не простую смену этапов, а функциональную перестройку системы. Точная идентификация становится основой мониторинга возврата к бедности, рабочие группы — ресурсом низового управления, а отраслевая поддержка — механизмом долгосрочной операционной оптимизации. Причина успешного перехода состоит в том, что институты периода прорыва изначально имели пространство продления и адаптации.

Примером служат мастерские помощи в уезде Фупин провинции Хэбэй [9]. В период борьбы с бедностью они решали проблему занятости сельских женщин, а после перехода к закреплению результатов столкнулись с нестабильностью заказов и необходимостью повышения квалификации. Местные власти не ограничились дотациями, а передали операционные права кооперативам и предприятиям, изменив роль правительства с прямого оператора на организатора политики и обучения. Так «мастерская помощи» превратилась в «мастерскую сельского возрождения», что выразило структурную смену логики от помощи к развитию.

Платформы данных, низовые организации и отраслевые активы выходят за пределы единственной цели ликвидации бедности и становятся инструментами сбора информации, сеточного управления и обслуживания активов. Когда целевая функция меняется, это наследие не отбрасывается, а активируется и получает новое назначение. Такая способность возникает из адаптивного потенциала, накопленного в ходе длительной работы институтов.

Понятие институциональной устойчивости и его теоретическое положение

Институциональная устойчивость, о которой идет речь в настоящей статье, означает не универсальное достоинство системы управления, а способность переводить ресурсы прорывной кампании в регулярные механизмы в процессе смены целевых задач. Теории институционального воспроизводства чаще обращаются к сохранению институтов в кризисных ситуациях, но уделяют меньше внимания институциональному преобразованию при итерации задач. Предлагаемое понятие вводится именно для заполнения этого пробела.

Сильная мобилизационная способность и высокая эффективность обычного функционирования не тождественны институциональной устойчивости. Ее ключ заключается в плавном переходе управленческой системы между режимом прорывной кампании и режимом повседневного управления. Иными словами, речь идет о том, чтобы закрепить межличностное сотрудничество периода прорыва в виде организационной памяти, преобразовать ресурсы экстренной помощи в долгосрочные производственные активы, а специальные обследования повысить до уровня регулярной системы динамического мониторинга.

Теоретические выводы

За пределами модели «передачи западного знания на Восток»: срединный путь

В глобальном управлении бедностью знания обычно исходили из двух источников: институционализированных моделей благосостояния развитых стран и технической помощи международных организаций. Китайский опыт предлагает срединный путь: сильное политическое руководство запускает и удерживает повестку, точные инструменты снижают административные издержки, внешнее ресурсное вливание разрушает ловушку низкого равновесия, а выращивание внутренней мотивации ограничивает зависимость от помощи.

«Мобилизация — усвоение — интеграция»: рамка для сравнительного диалога

Рамка статьи включает три уровня. Мобилизация означает централизованную концентрацию ресурсов на основе политической воли; институциональное усвоение — превращение опыта прорывной кампании в правила повседневного управления; интеграция — координацию множества целей развития. Во времени эти уровни образуют управленческий цикл: прорыв опирается на мобилизацию, закрепление результатов требует усвоения, а сельское возрождение выводит систему к многомерной интеграции.

Границы и пределы вклада знания

Институциональная устойчивость китайского управления бедностью опирается на специфические условия: глубокую низовую организационную сеть и легитимность, поддерживаемую реальными результатами развития. Эти условия трудно прямо воспроизвести в большинстве

развивающихся стран. Поэтому рамка «мобилизация — усвоение — интеграция» предназначена прежде всего для анализа внутренней логики, а не для экспорта готовой модели. Ее применимость к управлению относительной бедностью еще требует дальнейшей эмпирической проверки.

Заключение

Теоретическая ценность китайского опыта состоит не только в доказательстве того, что концентрация ресурсов способна устранить абсолютную бедность. Более важен вопрос о том, что происходит после завершения прорывной задачи: могут ли организационные способы и рабочие способности, созданные в период борьбы с бедностью, войти в русло повседневного управления. В статье эта способность названа переходом «от специального к регулярному».

Рамка «мобилизация — институциональное усвоение — интеграция» переносит анализ со стороны вложения ресурсов на сторону их преобразования. Важно не только то, сколько ресурсов вложено и насколько точна идентификация, а то, входят ли созданные для прорывной кампании управленческие компоненты в регулярную институциональную систему. Тем самым китайский опыт может быть включен в общее проблемное поле сравнительного управления сокращением бедности.

Литература

1. Информационное бюро Госсовета КНР. Практика Китая по сокращению бедности человечества. — Пекин : Народное издательство, 2021. — С. 2.
2. Си Цзиньпин. Избранные высказывания Си Цзиньпина о борьбе с бедностью. — Пекин : Издательство Центральной партийной литературы, 2018. — С. 16.
3. Информационное бюро Госсовета КНР. Практика Китая по сокращению бедности человечества. — Пекин : Народное издательство, 2021. — С. 5.
4. Ван Юйлэй, Су Ян. Как было создано китайское чудо преодоления бедности? Точная административная модель китайской борьбы с бедностью и основы государственной системы управления // Управленческий мир. — 2020. — № 4. — С. 195–208.
5. Ли Сюнъин, Сян Динцзе, Ян Цзин. «Материальная бедность» снова возникает ради проверок // Баньюэтань. — 2020. — № 15.
6. Народное правительство провинции Гуйчжоу. В провинции создан и эффективно используется динамический механизм мониторинга и помощи для предотвращения возврата к бедности: полное покрытие, ни одного пропуска [Электронный ресурс]. — URL: https://www.guizhou.gov.cn/home/gzyw/202512/t20251224_89082461.html (дата обращения: 30.06.2026).
7. Ян Чжипин. Практические пути повышения устойчивости сокращения бедности у населения, вышедшего из бедности, с позиции зеленого развития // Исследования сельского возрождения Аньхоя. — 2024. — № 3. — С. 42–50.
8. Хань Ся, Ян Минъи. Анализ траекторий управления переселением из бедных районов с позиции устойчивости: исследование fsQCA по 22 провинциям, автономным районам и городам центрального подчинения // Ресурсы и окружающая среда засушливых районов. — 2024. — Т. 38, № 5. — С. 30–38.
9. Ли Фэй, Ли Синьюэ, Сяо Чжифан, Ян Вэньюань. Как местная занятость сельских женщин повышает внутреннюю мотивацию развития семьи: кейс мастерских помощи // Китайское сельское обозрение. — 2024. — № 2. — С. 146–167.
10. Лян Цзюнь, Лю Дэнхуэй, Чэнь Сюэцинь. Китайская программа и практический путь глобального управления сокращением бедности в перспективе сообщества единой судьбы человечества // Вестник Северо-Западного университета сельского и лесного хозяйства (социальные науки). — 2024. — Т. 24, № 2. — С. 8.
11. Чжао Дэнхуа. Код развития от борьбы с бедностью до сельского возрождения // Экономическая газета. — URL: http://paper.ce.cn/pc/layout/202601/29/node_10.html (дата обращения: 30.06.2026).

From campaign-style poverty alleviation to routine governance: the institutional logic of resilience transformation in china's poverty reduction governance

Li Xing, Luo Xizheng, Li Xing, Luo Xizheng

Xinjiang Normal University, School of Marxism, School of Politics and Law

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The successive advancement of building a moderately prosperous society and rural revitalization raises the question of how a mega-scale developing country can complete the governance transition from campaign-style poverty alleviation to normalized poverty prevention. Using the framework of mobilization, institutional absorption and integration, the article analyzes the mechanism through which institutional resilience is formed in China's poverty reduction governance. It argues that the nationwide mobilizational model of targeted poverty alleviation contains three structural tensions: administrative cost, incentive imbalance and information asymmetry. In the stage of rural revitalization, these tensions must be addressed by dynamic monitoring, resilient governance and institutional linkage, so that extraordinary mobilizational capacity can be transformed into routine governance effectiveness.

Keywords: mega-scale governance, poverty reduction governance, institutional resilience, mobilization-absorption-integration, rural revitalization, poverty prevention.

References

1. State Council Information Office of the PRC. China's Practice in Alleviating Human Poverty. Beijing: People's Publishing House, 2021, p. 2.
2. Xi Jinping. Selected Quotes by Xi Jinping on Poverty Alleviation. Beijing: Central Party Literature Publishing House, 2018, p. 16.
3. State Council Information Office of the PRC. China's Practice in Alleviating Human Poverty. Beijing: People's Publishing House, 2021, p. 5.
4. Wang Yulei, Su Yang. How Was China's Poverty Alleviation Miracle Created? The Precise Administrative Model of China's Poverty Alleviation and the Foundations of the National Governance System // Management World. 2020, no. 4, pp. 195–208.
5. Li Xiongying, Xiang Dingjie, Yang Jing. "Material Poverty" Reemerges for the Sake of Inspections // Banyuetan. - 2020. - No. 15.
6. Guizhou Provincial People's Government. The Province Has Established and Effectively Implemented a Dynamic Monitoring and Assistance Mechanism to Prevent Relapse into Poverty: Full Coverage, No Missing [Electronic Resource]. - URL: https://www.guizhou.gov.cn/home/gzyw/202512/t20251224_89082461.html (accessed: June 30, 2026).
7. Yang Zhiping. Practical Ways to Enhance the Sustainability of Poverty Reduction among the Population Lifted Out of Poverty from a Green Development Perspective // Anhui Rural Revitalization Research. - 2024. - No. 3. - pp. 42-50.
8. Han Xia, Yang Mingyi. Analysis of Resilience-Based Resettlement Governance Trajectories from a Resilience Perspective: An fsQCA Study in 22 Provinces, Autonomous Regions, and Municipalities Directly Under the Central Government // Resources and Environment of Drylands. — 2024. — Vol. 38, No. 5. — Pp. 30–38.
9. Li Fei, Li Xinyue, Xiao Zhifang, Yang Wenyuan. How Local Employment of Rural Women Enhances Intrinsic Motivation for Family Development: A Case of Outreach Workshops // China Rural Review. — 2024. — No. 2. — Pp. 146–167.
10. Liang Jun, Liu Denghui, Chen Xueqin. China's Program and Practical Path of Global Poverty Reduction Governance in the Perspective of a Community with a Shared Future for Humanity // Bulletin of Northwest University of Agriculture and Forestry (Social Sciences). — 2024. — Vol. 24, No. 2. — P. 8.
11. Zhao Denghua. Development Code from Poverty Alleviation to Rural Revitalization // Economic Newspaper. — URL: http://paper.ce.cn/pc/layout/202601/29/node_10.html (accessed: 30.06.2026).

Влияние контроля над инфраструктурой ии на трансформацию международных экономических отношений

Лисейчиков Александр Сергеевич
магистр, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Lse.2016@mail.ru

В статье исследуются особенности трансформации международных экономических отношений под влиянием неравномерного распределения контроля над ключевыми элементами инфраструктуры искусственного интеллекта. Автор анализирует структуру глобальной вычислительной индустрии, выделяя аппаратный, облачный и прикладной уровни, и оценивает степень их монополизации крупными транснациональными корпорациями и отдельными государствами. В работе показано, что владение высокопроизводительными процессорами, центрами обработки данных и массивами информации становится главным инструментом обеспечения национальной конкурентоспособности и геоэкономического влияния. Рассматриваются процессы фрагментации мирового рынка, выражающиеся в санкционном ограничении доступа к технологиям, формировании закрытых технологических блоков и пересмотре принципов государственного суверенитета в киберпространстве. Особое внимание уделено кризису традиционных институтов регулирования внешней торговли и адаптации таможенного контроля к реалиям экономики данных. На основе проведенного анализа обосновывается переформатирование классических зависимостей по линии «центр — периферия» на новом технологическом уровне и возникновение цифрового неоколониализма. Автор предлагает возможные сценарии развития мирохозяйственных связей, включая жесткую биполярность и макрорегиональную мультиполярность. Сделан вывод о необходимости формирования суверенной инфраструктуры вычислений для обеспечения долгосрочной экономической безопасности государств в условиях цифровизации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, международные экономические отношения, вычислительная инфраструктура, цифровая трансформация, геоэкономическое соперничество, технологический суверенитет, экономика данных.

Введение

Современный этап мирохозяйственного развития характеризуется глубокими изменениями, вызванными переходом к новому технологическому укладу. Центральное место в структуре происходящих изменений занимает распределение возможностей разработки и внедрения систем искусственного интеллекта (ИИ). Традиционные факторы производства, такие как капитал, труд и природные ресурсы, постепенно дополняются и частично замещаются способностью генерировать, обрабатывать и использовать массивы данных посредством автоматизированных вычислительных алгоритмов. В условиях формирования глобальной цифровой экосистемы доминирование на рынке передовых технологий становится главным инструментом обеспечения национальной конкурентоспособности и геоэкономического влияния.

Особое значение приобретает не просто владение прикладными программными решениями, а монопольный или олигопольный контроль над сквозной инфраструктурой, обеспечивающей функционирование вычислительных моделей. Сюда входят физический уровень (производство полупроводников, микросхем высокой плотности, литографическое оборудование), сетевой уровень (дата-центры, облачные хранилища, трансграничные магистральные каналы связи) и уровень данных. Неравномерность распределения указанных ресурсов между акторами мирового рынка порождает новые формы зависимости и кардинально меняет баланс сил. Переформатирование глобальных цепочек создания стоимости, возникновение цифровых монополий нового типа, пересмотр принципов государственного суверенитета в киберпространстве – процессы, требующие детального комплексного анализа в рамках теории и практики международных экономических отношений.

Обзор литературы и методы исследования

Цифровая трансформация мирохозяйственных связей прошла несколько последовательных этапов. Первоначально автоматизация затрагивала преимущественно процессы коммуникации и обмена информацией. Однако сегодня речь идет о формировании полноценной «экономики данных», где обработанная информация выступает самостоятельным высоколиквидным активом, средством оптимизации производства и ключевым фактором извлечения сверхприбыли [3, с. 32]. Модернизация затрагивает базовые институты внешней торговли, включая таможенное администрирование, логистические системы, финансовые расчеты [1, с. 14]. Переход на электронные форматы декларирования и использование интеллектуальных систем мониторинга существенно ускоряют товарные потоки, снижают трансакционные издержки, но одновременно ставят национальные экономики в зависимость от стабильности работы зарубежного программного обеспечения и аппаратных комплексов.

Влияние технологического сдвига на структуру международных экономических отношений выражается в постепенном размывании традиционных границ между товарными рынками и рынками услуг. Продукты ИИ зачастую поставляются в виде облачных сервисов (SaaS/PaaS/IaaS), трансграничный оборот которых слабо поддается классическим методам таможенно-тарифного регулирования. Национальные государства сталкиваются с необходимостью поиска новых подходов к защите внутреннего экономического пространства, поскольку классические инструменты протекционизма оказываются неэффективными против цифровой экспансии транснациональных корпораций (ТНК) [4, с. 195]. Информатизация глобального рынка ведет к ускорению процессов концентрации капитала. Несколько технологических гигантов, сосредоточивших в своих руках передовые вычислительные мощности, приобретают способность диктовать условия функционирования целых отраслей мировой индустрии.

Результаты и обсуждение

Рассматривая инфраструктуру ИИ сквозь призму мировых хозяйственных связей, целесообразно выделить три взаимосвязанных структурных блока, обладание которыми определяет позиции государств в глобальной иерархии:

1. Аппаратный комплекс (Hardware): Производство высокопроизводительных графических процессоров (GPU) и специализированных чипов (TPU), способных обучать нейросети миллиардами параметров. Данный сегмент характеризуется высочайшей степенью монополизации.

Производственный цикл завязан на ограниченное число компаний и географических локаций, что создает критические уязвимости для глобальной цепочки поставок.

2. Инфраструктура хранения и вычислений (Cloud & Data Centers): Сеть центров обработки данных (ЦОД), требующих колоссальных энергетических ресурсов и бесперебойного охлаждения. Контроль над ЦОД означает фактический контроль над тем, где именно осуществляются вычисления и хранятся массивы стратегически важной коммерческой информации.

3. Ресурс данных (Data): Наборы верифицированной информации (датасеты), необходимые для тренировки алгоритмов. Обладание уникальными базами данных о поведении потребителей, логистических маршрутах, финансовых транзакциях позволяет фирмам-монополистам постоянно совершенствовать свои модели, увеличивая отрыв от конкурентов.

Зависимость экономического роста от доступа к указанным компонентам превращает инфраструктуру ИИ в арену жесткого межгосударственного противостояния. Страны, лишенные собственных технологических мощностей, вынуждены экспортировать сырые данные и импортировать готовые высокотехнологичные интеллектуальные услуги, что воспроизводит классическую модель «центр-периферия» на качественно новом технологическом уровне. Возникает феномен «цифрового неоколониализма», когда технологически развитые державы присваивают интеллектуальную ренту, оставляя развивающимся странам роль потребителей стандартизированных цифровых продуктов и поставщиков дешевой рабочей силы для разметки данных.

Усиление роли технологического фактора подрывает сложившиеся механизмы регулирования мирохозяйственных связей. Традиционные международные организации (ВТО, МВФ, Всемирный банк) создавались в эпоху господства материального производства и материальной торговли. Они демонстрируют определенную инертность в выработке правил игры для глобального цифрового пространства [15, с. 364]. Отсутствие единых общепризнанных стандартов трансграничного переноса данных, налогообложения цифровых гигантов и распределения ответственности за ущерб, причиненный действиями автономных систем, порождает правовой вакуум.

В условиях дефицита наднационального регулирования ключевые игроки прибегают к односторонним мерам защиты национального суверенитета и формированию региональных технологических блоков. Наблюдается выраженная фрагментация глобального нормативно-правового поля. В то время как одни регуляторные режимы (например, в ЕС) делают упор на жесткую защиту персональных данных и этические аспекты применения ИИ, другие (США) ориентированы на стимулирование рыночной инновационной активности при минимальных ограничениях, а третьи (КНР) реализуют модель жесткого государственного контроля над информационными ресурсами и сетевой инфраструктурой. Разнонаправленность указанных векторов усложняет деятельность международных компаний, вынужденных адаптировать операционные модели под требования изолированных юрисдикций.

Особое место в системе регулирования занимает реформация таможенного контроля на базе цифровых платформ [8, с. 70]. Интеграция алгоритмов ИИ в процессы таможенного администрирования повышает прозрачность внешнеторговых операций, ускоряет верификацию грузов и минимизирует риски уклонения от уплаты пошлин. Вместе с тем, страны, создающие и экспортирующие такие автоматизированные системы контроля, получают скрытые рычаги мониторинга за товарными потоками третьих государств. Обладание технологическими решениями для таможни становится фактором мягкой силы, позволяющим оказывать косвенное экономическое давление на геополитических соперников через установление технических барьеров.

Неравномерность распределения контроля над элементами инфраструктуры ИИ выступает катализатором обострения международных экономических противоречий. Современные конфликты в мировой экономике все чаще смещаются из плоскости классических торговых войн (введение пошлин, квот) в плоскость технологической блокады и санкционного ограничения доступа к критическим компонентам вычислительных систем [14, с. 212]. Применение технологических санкций, запретов на экспорт передового оборудования для производства микросхем, ограничение доступа к облачным вычислениям для компаний из определенных стран – примеры использования инфраструктурного превосходства в качестве экономического оружия.

Подобная практика ведет к разрушению устоявшейся архитектуры глобализации. На смену принципам экономической эффективности, оптимизации издержек и международного разделения труда приходит логика «безопасности поставок» (supply security) и «дружественного сорсинга» (friend-shoring). Крупнейшие экономические блоки стремятся к созданию замкнутых технологических цепочек полного цикла внутри собственных границ или пула союзных государств. Происходит дублирование производственных мощностей, что неизбежно ведет к росту издержек, снижению общей эффективности мировой экономики и росту инфляционного давления на глобальном уровне.

Кроме того, концентрация контроля над критической инфраструктурой ИИ в руках узкого круга лиц создает риски для экономической безопасности государств, ориентированных на внешнюю торговлю [5, с. 54]. В случае эскалации политического конфликта отключение от зарубежных облачных платформ, отзыв лицензий на программное обеспечение, поддерживающее логистические и финансовые операции, способны парализовать целые отрасли хозяйства. Это вынуждает правительства инвестировать значительные средства в программы импортозамещения, создание суверенных аналогов вычислительных систем и формирование национальных баз данных, зачастую в ущерб текущей экономической целесообразности.

Трансформация международных экономических отношений под воздействием ИИ тесно связана с кризисом института юрисдикции в международном праве. Киберпространство, выступающее средой функционирования ИИ, по своей природе трансгранично и экстерриториально, что вступает в прямое противоречие со статичным характером государственного суверенитета, привязанного к географическим границам [2, с. 112]. Возникают сложные коллизии при определении применимого права к правоотношениям, возникающим в процессе функционирования интеллектуальных систем.

Где именно совершается внешнеторговая сделка, если алгоритм ИИ, зарегистрированный в одной стране, запущен на сервере, расположенном во второй стране, обрабатывает данные пользователей из третьей страны и генерирует прибыль, аккумулируемую в четвертой? Отсутствие четких ответов на подобные вопросы затрудняет налогообложение, защиту прав интеллектуальной собственности и привлечение к ответственности за правонарушения в сфере цифровой торговли. Международное частное право сталкивается с необходимостью коренной переработки методологического аппарата для адаптации к реалиям виртуализации хозяйственных связей [7, с. 230]. Государства стремятся распространить национальную юрисдикцию за пределы физических границ, используя концепцию «эффекта присутствия» на местном рынке или устанавливая требования об обязательной локализации серверов и персональных данных внутри страны. Данные тенденции ведут к юридическому суверенитету киберпространства, что затрудняет трансграничное движение капитала и информации.

Цифровизация международной торговли означает не просто изменение каналов сбыта, но формирование новой системной модели взаимодействия субъектов мирового рынка [9, с. 447]. Использование ИИ в коммерческой деятельности трансформирует структуру экспорта и импорта, повышая долю нематериальных компонентов в стоимости конечной продукции. Компании, контролирующие инфраструктуру ИИ, способны осуществлять глубокую аналитику рыночной конъюнктуры в режиме реального времени, прогнозировать изменения спроса, оптимизировать логистические маршруты и предлагать кастомизированные продукты потребителям по всему миру с минимальными временными лагами.

Для наглядного представления масштабов смещения добавленной стоимости в зависимости от контроля над различными уровнями инфраструктурных цепочек целесообразно сопоставить ключевые параметры сегментов рынка (см. табл. 1).

Таблица 1

Распределение добавленной стоимости и рисков по уровням инфраструктурной цепочки ИИ

Уровень инфраструктуры ИИ	Характер контроля	Ключевые бенефициары	Доля в извлечении интеллектуальной ренты	Риски для аутсайдеров
Аппаратный (Hardware)	Жесткая олигополия, высокая концентрация производства	Ограниченный пул компаний (США, Тайвань, Нидерланды)	Максимальная (высокая маржинальность оборудования)	Полная технологическая блокада, остановка развития
Облачный (Cloud/ЦОД)	Концентрация вокруг крупнейших провайдеров	Глобальные ТНК	Высокая (постоянный доход от подписок и аренды мощностей)	Утрата контроля над коммерческими данными, риск отключения
Прикладной (Data/Алгоритмы)	Относительно диверсифицированный при наличии доступа к верхним уровням	Разработчики ПО, крупные финтех-компании	Средняя (зависит от уникальности датасетов)	Конкурентное вытеснение с рынка, технологическое отставание

Данные таблицы наглядно демонстрируют, что наибольшая доля интеллектуальной ренты аккумулируется на верхних уровнях инфраструктурной пирамиды. Страны и компании, действующие исключительно на прикладном уровне, оказываются в уязвимом положении, поскольку экономическая эффективность их решений напрямую зависит от тарифной политики и стабильности функционирования зарубежных аппаратных и облачных платформ.

Перераспределение контроля над технологической инфраструктурой оказывает непосредственное влияние на макроэкономические показатели национальных хозяйств и общий уровень благосостояния общества [12, с. 39]. Автоматизация производственных и управленческих процессов на базе ИИ обеспечивает существенный прирост производительности труда и открывает новые возможности для долгосрочного экономического роста. Однако выгоды от указанного процесса распределяются крайне неравномерно как внутри отдельных государств, так и в масштабах всей мировой системы.

Внедрение интеллектуальных алгоритмов ведет к поляризации рынка труда. Снижается спрос на рабочую силу средней квалификации, выполняющую рутинные интеллектуальные и физические операции, при одновременном росте востребованности высококвалифицированных специалистов в области анализа данных и разработки ПО. В масштабах мировой экономики происходит переток капитала в технологические хабы, что усиливает неравенство между развитыми и развивающимися макрорегионами. Страны, не сумевшие встроиться в архитектуру новой цифровой экономики, рискуют столкнуться с ростом безработицы, падением доходов населения и деградацией традиционных секторов промышленности, не выдерживающих конкуренции с высокоавтоматизированными зарубежными производствами.

Анализ текущих тенденций позволяет спрогнозировать несколько возможных сценариев дальнейшего развития международных экономических отношений под влиянием фактора инфраструктуры ИИ.

Сценарии технологического развития мирохозяйственных связей:

1. Жесткая биполярность (США – КНР): Окончательное оформление двух изолированных технологических экосистем со своими стандартами, аппаратными комплексами, интернет-пространством и пулом зависимых государств-потребителей. Межблоковая торговля в сфере высоких технологий сводится к минимуму, нарастает санкционное противостояние.

2. Технологический суверенитет (Мультиполярность): Формирование нескольких макрорегиональных блоков (включая ЕС, ЕАЭС, страны БРИКС), каждый из которых стремится к обеспечению независимости по ключевым элементам инфраструктуры ИИ. Сценарий требует колоссальных инвестиций, но снижает риски глобального конфликта.

3. Глобальный цифровой картель (Олигополия ТНК): Сценарий, при котором транснациональный технологический капитал фактически размывает регуляторную силу национальных государств, формируя наднациональные правила игры через контроль над доступом к вычислениям и данным.

Независимо от реализации конкретного сценария, очевидно, что методы контроля в международных экономических отношениях претерпевают качественные изменения [6, с. 168]. Классические финансовые и торговые рычаги контроля дополняются механизмами алгоритмического мониторинга, управления информационными потоками и ограничения доступа к вычислительным ресурсам. Государственная экономическая политика должна строиться с учетом указанных вызовов. Обеспечение долгосрочной экономической безопасности требует не просто поддержки отдельных ИТ-компаний, но формирования комплексной национальной стратегии развития суверенной инфраструктуры ИИ, включая поддержку фундаментальной науки, модернизацию энергетической системы под нужды ЦОД и создание независимых каналов трансграничного обмена информацией [10, с. 170].

Заключение

Контроль над инфраструктурой искусственного интеллекта превратился в ключевой фактор, определяющий вектор трансформации международных экономических отношений. Традиционная иерархия мирового хозяйства, основанная на финансовом превосходстве и контроле над природными ресурсами, дополняется новой цифровой иерархией, где сила актора измеряется объемом доступных вычислительных мощностей, владением технологиями производства полупроводников и масштабом контролируемых массивов данных.

Происходит глубокая перестройка институциональной структуры мировой торговли, методов государственного регулирования и таможенного контроля. Обострение борьбы за доминирование в инфраструктурной сфере ведет к фрагментации глобального экономического пространства, разрушению устоявшихся производственных цепочек и возникновению новых типов межгосударственных конфликтов. В данных условиях для обеспечения экономической безопасности и устойчивого развития государств критически важным становится формирование суверенных технологических заделов, диверсификация партнерских связей в рамках новых интеграционных объединений и активное участие в выработке альтернативных международных стандартов регулирования цифровой сферы, способных противостоять монополизации глобального рынка узким кругом бенефициаров.

Литература

1. Асташенко, Е. С. Развитие информационных технологий, применяемых в центрах электронного декларирования и электронных таможнях / Е. С. Асташенко, В. В. Матюхина, О. В. Гудкова // Проблемы и перспективы внешнеэкономической деятельности в условиях инновационного развития, модернизации и цифровизации : Материалы национальной конференции с международным участием, Брянск, 20 апреля 2023 года. – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, 2023. – С. 14-18. – EDN BKNSKL.

2. Бурхонов, Д. О. Правовые проблемы юрисдикции в киберпространстве и их влияние на международные экономические отношения / Д. О. Бурхонов // Молодежь XXI века: образование, наука, инновации: Материалы XII Международной конференции аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Витебск, 05 декабря 2025 года. Том 2. – Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 2025. – С. 112-114. – EDN DWAWOS.

3. Жиляева, О. А. Цифровая экономика - экономика данных / О. А. Жиляева // Современные социальные и экономические процессы: проблемы, тенденции, перспективы регионального развития: Сборник научных статей всероссийской научно-практической конференции, Элиста, 28 февраля 2023 года. – Элиста: Институт комплексных исследований аридных территорий, 2023. – С. 32-34. – DOI 10.24412/cl-37063-2023-32-34. – EDN LJCIFQ.

4. Звягинцева, А. М. Влияние цифровизации на международные экономические отношения / А. М. Звягинцева, Н. И. Пересыпкин // Сборник докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 29–30 мая 2025 года. Часть 17. Актуальные проблемы экономического и социального развития. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 195-199. – EDN DEELAT.

5. Карпова, К. В. Анализ влияния международных экономических отношений России на экономическую безопасность в современных условиях / К. В. Карпова // Вестник Екатерининского института. – 2024. – № 4(68). – С. 54-57. – EDN CHATDK.

6. Конопляник, Т. М. Влияние цифровизации на методы контроля в международных отношениях: тенденции и перспективы развития / Т. М. Конопляник, А. В. Николаенко // Управленческий учет. – 2023. – № 3. – С. 168-172. – DOI 10.25806/uu32023168-172. – EDN QXZSBQ.

7. Мажорина, М. В. Киберпространство и методология международного частного права / М. В. Мажорина // Право. Журнал Высшей школы экономики. – 2020. – № 2. – С. 230-253. – DOI 10.17323/2072-8166.2020.2.230.253. – EDN QSSXJB.

8. Новикова, Д. Е. Влияние цифровизации таможенного контроля на международную торговлю и экономический рост / Д. Е. Новикова, О. В. Гудкова // Проблемы и перспективы внешнеэкономической деятельности в условиях инновационного развития, модернизации и цифровизации: Материалы национальной конференции с международным участием, Брянск, 16 апреля 2025 года. – Брянск: Брянский государственный университет им. акад. И.Г. Петровского, 2025. – С. 70-76. – EDN LHYNUB.

9. Оразова, Ч. Цифровизация международной торговли - новая форма международных экономических отношений / Ч. Оразова, А. Байраммырадова // Матрица научного познания. – 2024. – № 12-1. – С. 447-451. – EDN CBXJUD.

10. Петров, В. Р. Цифровая трансформация и ее влияние на международные экономические отношения / В. Р. Петров // Актуальные вопросы таможенного дела и внешнеэкономической деятельности: проблемы и направления развития: Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 24–25 апреля 2024 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 170-174. – EDN CDTXJD.

11. Петров, В. Р. Цифровая трансформация и ее влияние на международные экономические отношения / В. Р. Петров // Актуальные вопросы таможенного дела и внешнеэкономической деятельности: проблемы и направления развития : Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 24–25 апреля 2024 года.

– Курск: ЗАО "Университетская книга", 2024. – С. 170-174. – EDN CDTXJD.

12. Рыбакова, В. А. Цифровизация экономики и ее влияние на благосостояние общества / В. А. Рыбакова, И. В. Шалимов // Актуальные вопросы устойчивого развития государства, общества и экономики : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 02–03 ноября 2023 года. – Курск, 2023. – С. 39-42. – EDN RNNTBR.

13. Рыбакова, В. А. Цифровизация экономики и ее влияние на благосостояние общества / В. А. Рыбакова, И. В. Шалимов // Актуальные вопросы устойчивого развития государства, общества и экономики : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 02–03 ноября 2023 года. – Курск, 2023. – С. 39-42. – EDN RNNTBR.

14. Чжан, Я. Современные конфликты в международных экономических отношениях и их влияние на экономическую глобализацию / Я. Чжан // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 10. – С. 212-216. – EDN UJVMUJ.

15. Шалимов, И. В. Особенности регулирования международных экономических связей международными организациями в условиях цифровизации / И. В. Шалимов // Цифровизация экономики и общества: проблемы, перспективы, безопасность : Материалы III международной научно-практической конференции, Донецк, 25 марта 2021 года. – Донецк: Цифровая типография, 2021. – С. 364-368. – EDN AOXUGZ.

16. Шалимов, И. В. Особенности регулирования международных экономических связей международными организациями в условиях цифровизации / И. В. Шалимов // Цифровизация экономики и общества: проблемы, перспективы, безопасность : Материалы III международной научно-практической конференции, Донецк, 25 марта 2021 года. – Донецк: Цифровая типография, 2021. – С. 364-368. – EDN AOXUGZ.

The impact of ai infrastructure control on the transformation of international economic relations

Liseychikov A.S.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the transformation patterns of international economic relations under the influence of unevenly distributed control over key elements of artificial intelligence infrastructure. The author analyzes the structure of the global computing industry, distinguishing hardware, cloud, and application levels, and evaluates the degree of their monopolization by major transnational corporations and specific states. The study demonstrates that ownership of high-performance processors, data centers, and data repositories is becoming the primary instrument for securing national competitiveness and geopolitical influence. The paper addresses the fragmentation of the global market, manifested in technological sanctions, the formation of closed technological blocs, and the revision of state sovereignty principles in cyberspace. Special attention is paid to the crisis of traditional foreign trade regulatory institutions and the adaptation of customs control to the realities of the data economy. Based on the analysis, the restructuring of classic "center-periphery" dependencies at a new technological level and the emergence of digital neocolonialism are substantiated. The author outlines potential scenarios for the evolution of global economic relations, including rigid bipolarity and macro-regional multipolarity. It is concluded that developing a sovereign computing infrastructure is vital for ensuring long-term state economic security in the context of ongoing digitalization.

Keywords: artificial intelligence, international economic relations, computing infrastructure, digital transformation, geo-economic rivalry, technological sovereignty, data economy.

References

1. Astashenko, E. S. The development of information technologies used in electronic declaration centers and electronic customs / E. S. Astashenko, V. V. Matyukhina, O. V. Gudkova // Problems and prospects of foreign economic activity in the context of innovative development, modernization and digitalization : Proceedings of the national conference with international participation, Bryansk, April 20, 2023. Bryansk: Bryansk State University named after Academician I.G. Petrovsky, 2023. pp. 14-18. - EDN BKNSKL.
2. Burkhonov, D. O. Legal problems of jurisdiction in cyberspace and their impact on international economic relations / D. O. Burkhonov // Youth of the XXI century: education, science, innovation: Proceedings of the XII International Conference of Graduate Students and Young Scientists. In 2 volumes, Vitebsk, December 05, 2025. Volume 2. – Vitebsk: Vitebsk State University named after P.M. Masherov, 2025. – pp. 112-114. – EDN DWAWOS.
3. Zhilyaeva, O. A. Digital economy - the economics of data / O. A. Zhilyaeva // Modern social and economic processes: problems, trends, prospects of regional development: Collection of scientific articles of the All-Russian scientific and practical conference, Elista, February 28, 2023. – Elista: Institute of Integrated Studies of Arid Territories, 2023. – pp. 32-34. – DOI 10.24412/cl-37063-2023-32-34. – EDN LJCIFQ.
4. Zvyagintseva, A.M. The impact of digitalization on international economic relations / A.M. Zvyagintseva, N. I. Peresypkin // Collection of reports of the International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, May 29-30, 2025. Part 17. Current problems of economic and social development. Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2025. pp. 195-199. - EDN DEELAT.
5. Karpova, K. V. Analysis of the impact of international economic relations of Russia on economic security in modern conditions / K. V. Karpova // Bulletin of the Catherine Institute. – 2024. – № 4(68). – Pp. 54-57. – EDN CHATDK.
6. Konoplyannik, T. M. The impact of digitalization on control methods in international relations: trends and prospects for development / T. M. Konoplyannik, A.V. Nikolaenko // Managerial accounting. – 2023. – No. 3. – pp. 168-172. – DOI 10.25806/uu32023168-172. – EDN QXZSBQ.
7. Mazhorina, M. V. Cyberspace and methodology of private international law / M. V. Mazhorina // Law. Journal of the Higher School of Economics. – 2020. – No. 2. – pp. 230-253. – DOI 10.17323/2072-8166.2020.2.230.253. – EDN QSSXJB.
8. Novikova, D. E. The impact of digitalization of customs control on international trade and economic growth / D. E. Novikova, O. V. Gudkova // Problems and prospects of foreign economic activity in the context of innovative development, modernization and digitalization: Proceedings of the national conference with international participation, Bryansk, April 16, 2025. – Bryansk: Bryansk State University named after Academician of I.G. Petrovsky, 2025. – pp. 70-76. – EDN LHYNUB.
9. Orazova, H. Digitalization of international trade - a new form of international economic relations. Orazova, A. Bayrammyradova // The matrix of scientific knowledge. – 2024. – No. 12-1. – pp. 447-451. – EDN CBXJUD.
10. Petrov, V. R. Digital transformation and its impact on international economic relations / V. R. Petrov // Current issues of customs and foreign economic activity: problems and directions of development: Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference, Kursk, April 24-25, 2024. Kursk: ZAO Universitetskaya Kniga, 2024. pp. 170-174. EDN CDTXJD.
11. Petrov, V. R. Digital transformation and its impact on international economic relations / V. R. Petrov // Current issues of customs and foreign economic activity: problems and directions of development : Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference, Kursk, April 24-25, 2024. Kursk: ZAO Universitetskaya Kniga, 2024. pp. 170-174. EDN CDTXJD.
12. Rybakova, V. A. Digitalization of the economy and its impact on the welfare of society / V. A. Rybakova, I. V. Shalimov // Actual issues of sustainable development of the state, society and economy : collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference, Kursk, November 02-03, 2023. – Kursk, 2023. – pp. 39-42. – EDN RNNTBR.
13. Rybakova, V. A. Digitalization of the economy and its impact on the welfare of society / V. A. Rybakova, I. V. Shalimov // Actual issues of sustainable development of the state, society and economy : collection of scientific articles of the 2nd All-Russian Scientific and Practical Conference, Kursk, November 02-03, 2023. – Kursk, 2023. – pp. 39-42. – EDN RNNTBR.
14. Zhang, Ya. Modern conflicts in international economic relations and their impact on economic globalization / Ya. Zhang // Original research. – 2024. – Vol. 14, No. 10. – pp. 212-216. – EDN UJVMUJ.
15. Shalimov, I. V. Features of regulation of international economic relations by international organizations in the context of digitalization / I. V. Shalimov // Digitalization of economy and society: problems, prospects, security : Proceedings of the III International Scientific and practical conference, Donetsk, March 25, 2021. Donetsk: Digital Printing House, 2021. pp. 364-368. EDN AOXUGZ.
16. Shalimov, I. V. Features of regulation of international economic relations by international organizations in the context of digitalization / I. V. Shalimov // Digitalization of economy and society: problems, prospects, security : Proceedings of the III International Scientific and practical conference, Donetsk, March 25, 2021. Donetsk: Digital Printing House, 2021. pp. 364-368. EDN AOXUGZ.

Как банки развития стран глобального юга влияют на инклюзивный экономический рост в государствах Азии и Африки

Матвеевский Сергей Сергеевич
к.т.н., доцент, доцент кафедры банковского дела и финансовых рынков, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ssmatveevskii@fa.ru

В статье рассматривается механизм влияния банков развития (национальных и многосторонних) стран Глобального Юга на инклюзивный экономический рост в государствах Азии и Африки. На основе анализа проектного цикла и методов оценки воздействия проектов банков развития на инклюзивный экономический рост, автором предложен трёхканальный подход: инфраструктурный канал, производственный канал и канал человеческого капитала. Показано, что каждый канал вносит измеримый вклад в снижение бедности, повышение занятости, расширение доступа к базовым услугам и улучшение качества государственного управления. Приведены количественные данные по операциям Азиатского банка развития, Африканского банка развития, Нового банка развития, Азиатского банка инфраструктурных инвестиций, а также национальных банков Китая, Индии, Бразилии и ЮАР. Динамика распределения проектов по каналам за 2010–2024 гг. свидетельствует об изменениях в политике БР при финансировании проектов по указанным каналам. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования стратегий банков развития при планировании проектов в развивающихся странах при влиянии на инклюзивный экономический рост.

Ключевые слова: банк развития, инклюзивный экономический рост, инфраструктура, человеческий капитал, промышленная политика, Глобальный Юг, проектный цикл, оценка воздействия.

Введение

Банки развития (БР) представляют собой специализированные финансовые институты, учреждаемые государством (или группой государств) для финансирования долгосрочных проектов, имеющих стратегическое значение для экономического и социального развития. Приоритетом для данных банков является достижение общественно значимых целей: структурной трансформации экономики, снижения неравенства, обеспечения устойчивого экономического роста [1].

В международной практике отсутствует единое определение БР. Эксперты ЮНКТАД характеризуют их как финансовые организации, «созданные государством, мандат которых состоит в содействии социально-экономическому развитию посредством финансирования деятельности, секторов или конкретных экономических сегментов» [39]. В Европейском союзе их называют национальными банками развития, содействующими экономическому росту [16]. Всемирный банк: БР - «банк или финансовое учреждение не менее чем с 30% государственного капитала, которому предоставлены чёткие юридические полномочия для достижения социально-экономических целей» [22]. В настоящей работе под БР понимается специализированная финансовая организация, в которой доля государственного участия позволяет учредителю (учредителям) определять миссию и стратегические цели. БР следует рассматривать как «финансовые инструменты национальной политики развития, успешность которых оценивается с точки зрения получаемых социальных выгод» [23]. По данным Всемирного банка, около 700 млн человек продолжают жить менее чем на 2,15 долл. в день [34]. В период с 2020 по 2024 г. средняя стоимость обслуживания внешнего долга по кредитам Международного банка реконструкции и развития для африканских стран достигла 5,2% [25; 28]. Четверть миллиарда человек в мире (значительная часть которых живёт в Африке) испытывает голод [3], «программы экономической инклюзивности сейчас актуальны как никогда» [7].

Специалисты ЮНКТАД определяют инклюзивный рост как «сближение качества жизни всех групп населения внутри страны путём создания благоприятных экономических условий, которые позволяют каждой группе населения достичь качества жизни, сопоставимого с другими группами» [24]. Азиатский банк развития (Азиатский БР) определяет ИЭР как «экономический рост, который не только создаёт новые возможности в экономике, но и обеспечивает равный доступ к ним для всех групп населения» [20].

Цель данной работы состоит в количественном обосновании того, что банки развития стран Глобального Юга оказывают измеримое влияние на ИЭР в государствах Азии и Африки, а также в выявлении конкретных каналов и механизмов такого влияния.

Основная часть

Можно выделить две группы БР: национальные БР (достижение национальных целей) и многосторонние БР (МнБР) – их акционерами является совокупность стран [1]. БР используют проектный цикл для целенаправленного воздействия на экономику развивающихся стран (РС) [9]:

1. Разработка стратегии. БР и правительство определяют приоритетные секторы экономики и макроэкономические цели.

2. Подготовка проекта. Технико-экономическое обоснование и анализирует ожидаемое макроэкономическое и социальное воздействие.

3. Одобрение. Подписание кредитного договора часто сопровождается договорённостями о проведении институциональных реформ.

4. Реализация. Мониторинг достижения целей позволяет оперативно вносить корректировки.

5. Завершение и оценка. Анализируя проекты и их влияние на макроэкономические показатели, БР может повышать способность своего портфеля проектов влиять на достижение целей ИЭР.

Таким образом, «специалисты БР и местные власти имеют возможность оказывать воздействие на создание новых элементов инфраструктуры, производство и продажу имеющихся (и новых) товаров и услуг» [9].

БР используют математические модели, позволяющие оценивать влияние проектов на экономики РС. Модель Всемирного банка 2019 г.: обеспечивает макроэкономическое прогнозирование, анализ фискальной политики и др. [14], отчет банка 2021 г. показал, что доля проектов, признанных успешными, составляла, примерно, 70% (целевой показатель - 75%) [35].

БР прогнозируют влияние своих операций на макроэкономические показатели с помощью комплексных методик:

1. Выбор целевых макроэкономических и иных показателей [37].

2. Выбор метода оценки. Могут использоваться: модели общего равновесия (CGE) [6; 13], эконометрическое моделирование [23], регрессионный анализ [38], контрфактуальный анализ [27; 36], измерение мультипликативных эффектов, анализ «затраты – выпуск» с использованием матриц Л. Заде [40] и нечётких когнитивных карт [33].

3. Сравнение полученных оценок с целевыми показателями.

БР активно используют при оценке влияния своих проектов мониторинг данных в режиме реального времени, валидацию данных с использованием национальной статистики, государственных программ и анализа ESG-факторов, «фабрик проектного финансирования» (например, ВЭБ.РФ [2]). Всемирный банк разработал практические руководства по проведению оценок воздействия проектов БР [12; 21]; ОЭСР использует обновляемые стандарты оценок реализованных проектов БР [32], в 2024 г. ОЭСР рекомендовала использовать специальные структуры результатов [31]. Всемирный банк подготовил более 200 оценок [18], в 2024 г. сотрудники банка разработали новый индекс оценки государственных инвестиций [4].

Проведённое автором исследование операций национальных (Китая, Индии, ЮАР, Бразилии) и многосторонних (Азиатского, Африканского, Азиатского инфраструктурных инвестиций, Нового) банков развития позволило установить, что БР стран Глобального Юга воздействуют на ИЭР по трём основным каналам: инфраструктурному (создание физической и цифровой связанности), производственному (поддержка промышленности, сельского хозяйства, МСП и др.) и каналу человеческого капитала (инвестиции в образование, здравоохранение, социальную защиту и др.) [1]. Подход позволяет: (1) разделить воздействие на три направления трансформации финансовых ресурсов; (2) идентифицировать механизмы, с помощью которых каналы обеспечивают прирост ИЭР; (3) измерить вклад каждого канала в изменение макроэкономических показателей; (4) сравнивать стратегии БР. Понятие «инфраструктурный канал» основано на теории общественных благ (П. Самуэльсон) и концепции связанности (Д. Норт). Как показано в работе Н.В. Исмаил и Д.М. Махидина, улучшение дорожных сетей, портов и логистики в Азии напрямую способствует росту ВВП [26]. Понятие «производственный канал» основано на теории структурной трансформации (А. Льюис, Х. Ченери) и промышленной политики. «Канал человеческого капитала» основывается на теориях человеческого капитала (Г. Беккер, Т. Шульц) и социальной инклюзии (А. Сен). В соответствии с институциональной теорией Д. Норта, именно образованное и здоровое население способно менять институциональные рамки, определяя долгосрочный экономический рост [30].

Примеры конкретных операций БР показывают реальное значение первого канала:

- Азиатский БР в 2024 г. использовал для финансирования проектов 24,3 млрд долл. собственных ресурсов и 14,9 млрд долл. софинансирования. В 2024 г. банк создал 1 млн прямых рабочих мест и направил 4,8 млрд долл. на проекты частного сектора (на 28,5% больше, чем в 2023 г.) [8].

- Африканский фонд развития (входит в группу Африканского БР) в 2024 г. обеспечил следующие результаты: 2,9 млн человек получили доступ к чистой воде, 500 761 человек (включая 251 766 женщин) получили доступ к электричеству, улучшены медицинские услуги для 1,2 млн человек, построено/отремонтировано 614 км дорог; создано 115 564 прямых и 449 224 косвенных рабочих места, доступ к базовым ИКТ-услугам получили 1,3 млн человек [5].

- К концу 2024 г. портфель Нового БР (НБР) включал 105 проектов на 35,2 млрд долл., выполнение которых позволяло ожидать: 2400 МВт дополнительных мощностей чистой энергии, сокращение выбросов CO_2 на 14,7 млн тонн в год, 40 000 км дорог, 1400 км тоннелей и каналов, 35 000 единиц жилья, 43 новых школы [29].

- В 2024 г. Азиатский банк инфраструктурных инвестиций (Азиатский БИИ) одобрил 8,41 млрд долл. финансирования для 51 проекта (24 суверенных, 27 несуверенных) [10].

- В 2024 г. Банк развития Китая выдал «инфраструктурных» кредитов на 1,53 трлн юаней (около 226 млрд долл.) [15].

- В 2023–2024 финансовом году БР ЮАР увеличил общую поддержку инфраструктурных проектов на 21% (около 4,496 млрд долл.) [17].

- В 2024–2025 финансовом году Эксимбанк Индии имел кредитный портфель в 293 линии на сумму 27 млрд долл.[19].

Особое значение имеют проекты БР, связанные с цифровой трансформацией экономик стран Глобального Юга (таблица 1) и трансграничной связанностью и региональной интеграцией (таблица 2).

Таблица 1

Проекты БР, связанные с цифровой трансформацией экономик стран Глобального Юга

Банк	Проект	Результаты для ИЭР
Азиатский БР	Поддержка ИКТ-инфраструктуры	Расширение доступа населения к базовым ИКТ-услугам (1,3 млн человек) [34]
Азиатский БИИ	Цифровая инфраструктура	Финансирование проектов по созданию цифровых платформ [36]
БР Китая	Информационная инфраструктура	Поддержка строительства информационной и инновационной инфраструктуры [37]
БР Бразилии	Цифровизация финансового сектора	Внедрения цифровых финансовых технологий [40]

Источник: составлено автором по данным годовых отчётов банков [5; 10; 11; 15].

Таблица 2

Проекты БР, связанные с трансграничной связанностью и региональной интеграцией

Банк	Проект	Результаты для ИЭР
Африканский БР	Трансграничные ЛЭП и дорожные коридоры	Снижение трансакционных издержек, стимулирование региональной торговли и создание цепочек добавленной стоимости с участием МСП [34]
Эксимбанк Индии	Кредитные линии для стран Африки и Азии	Поддержка трансграничных проектов, укрепление сотрудничества Юг–Юг [39]
Азиатский БИИ	Стратегия развития трансграничных проектов	К 2030 г. 25–30% финансирования должно обеспечивать трансграничные проекты, развитие регионального сотрудничества и инфраструктуры [36]

Источник: составлено автором по данным годовых отчётов соответствующих банков [5; 10; 19].

Второй канал операций БР способствует диверсификации экономики и расширению занятости населения:

- В 2024 г. Азиатский БР предоставил 4,8 млрд долл. на проекты частного сектора [8].

- За 2023 г. Африканский БР профинансировал 34 000 предприятий агробизнеса, что позволило получить 4000 тонн сельскохозяйственных продуктов, повысило качество 53 000 га земель (улучшенное водопользование) [5].

- В 2024 г. финансирование Нового БР по данному каналу составило 22% от общего объёма [29].

- К 2024 г. доля проектов по каналу Азиатского БИИ составила 30% портфеля. 67% одобренного финансирования в 2024 г. (5,6 млрд долл.) было направлено на климатические проекты [10].

- В 2024 г. БР Китая выделил примерно 34 млрд долл. на технологические инновации [15].

- В 2024–2025 финансовом году Эксимбанк Индии профинансировал 89 экспортных контрактов в 35 странах [19].

- В 2024 г. БР Бразилии одобрил 41,8 млрд долл. кредитов, привлёк 12,06 млрд долл. в виде софинансирования. Для промышленности рост одобрений кредитов составил 65% [11].

- В 2023–2024 финансовом году БР ЮАР профинансировал создание 1308 местных малых предприятий и 31 638 временных и постоянных рабочих мест [17].

Третий канал операций БР:

- Для Азиатского БР проекты канала составляют 25–30% портфеля, он финансирует внедрение продовольственных систем, снижение ущерба от погодных явлений [8].

- 99% новых проектов Африканского БР включают меры по повышению климатической устойчивости. 96% новых проектов включают компоненты гендерного равенства. В 2024 г. создано более 290 000 прямых и косвенных рабочих мест для молодёжи в возрасте 15–35 лет. Запущена инициатива «Миссия 300» по обеспечению электричеством 300 млн африканцев к 2030 г. [5].

- Проекты Нового БР в 2024 г. составили 6% портфеля, включая финансирование социальной инфраструктуры, водоснабжения и пр. [29].

- К 2024 г. Азиатский БИИ одобрил 5,6 млрд долл. для проектов, связанных с климатом (67% всего финансирования) [10].

- Фонд климата БР Бразилии составил 2 млрд долл. одобренных проектов, банк также направил около 3,93 млрд долл. для Риу-Гранди-ду-Сул [11].

- В 2023 г. БР Китая направил 88,7 млрд долл. на студенческие кредиты и поддержку социальной инфраструктуры [15].

- Портфель кредитных линий Эксимбанка Индии поддерживает социально-экономическое развитие в странах-партнёрах [19].

- БР ЮАР реализует программу DLAB по созданию рабочих мест для молодёжи (ежегодное трудоустройство 10 000 молодых людей) [17].

Анализ проектов БР стран Глобального Юга позволил автору оценить процентное распределение проектов в 2010 г. и 2024 г. по каналам (таблица 3).

Таблица 3

Процентное распределение проектов БР по каналам (2010–2024 гг.)

Банк	Год	Первый канал	Второй канал	Третий канал
Азиатский БР	2010	50%	25%	25%
	2024	50%	25%	25%
Африканский БР	2010	65–70%	20–25%	10%
	2024	50%	25%	25%
Новый БР	2016	80%	12%	8%
	2024	70%	22%	8%
Азиатский БИИ	2016	100%	0%	0%
	2024	70%	30%	0%
БР Китая	2023–2024	45–50%	25–30%	20–25%
БР Бразилии	2024	42%	38%	20%
БР ЮАР	2023–2024	70–80%	5–10%	15–20%
Эксимбанк Индии	2023–2024	20–30%	65–75%	<5%

Источник: составлено автором по данным годовых отчётов соответствующих банков [5; 8; 10; 11; 15; 17; 19; 29].

Собранные автором за 2010–2024 гг. данные об операциях БР, а также данные таблиц 1, 2 и 3 свидетельствуют об изменениях в канальной структуре финансирования. Если для Азиатского БИИ в первые годы доля инфраструктуры достигала почти 100%, то к 2024 году она снизилась до 70%, при заметном росте производственного канала (с 0% до 30%). Африканский БР с 2010 года сократил долю инфраструктуры с 65–70% до 50%, перераспределив ресурсы в пользу человеческого капитала. БР Китая почти 50% ресурсов направляет на инфраструктуру, Эксимбанк Индии - около 70% на поддержку экспорта и промышленности, БР Бразилии меняет приоритеты каналов, БР ЮАР сохраняет приоритет инфраструктуры (70–80%).

Представленные примеры конкретных операций БР по всем трём каналам демонстрируют измеримое влияние этих банков на сокращение бедности, расширение доступа к базовым услугам и устойчивое развитие экономики, что позволяет говорить о значительном вкладе в ИЭР.

Заключение

БР стран Глобального Юга оказывают измеримое влияние на ИЭР в государствах Азии и Африки, они используют комплексные методики для оценки воздействия своих проектов на макроэкономические показатели и ИЭР: макрофискальные и эконометрические модели и др., международные стандарты и руководства по оценке. БР способствуют ИЭР в странах ГЮ, финансируя проекты в критических секторах, создавая мультипликативные эффекты и др.

Предложенная автором трёхканальная модель операций БР, в рамках которой: (1) проекты инфраструктурного канала обеспечивают снижение трансакционных издержек, подключение изолированных территорий к рынкам и рост торговли; (2) проекты производственного канала способствуют диверсификации экономики, поддержке МСП и созданию массовой занятости; (3) проекты канала человеческого капитала увеличивают возможности личности, повышают квалификацию рабочей силы и сокращают неравенство, позволяет формировать базу проектов, непосредственно влияющих на ИЭР.

Анализ динамики распределения проектов по каналам за 2010–2024 гг. позволил выявить тенденции в приоритетах БР. Практическая значимость работы заключается в том, что канальный подход может быть использован БР при формировании инвестиционных портфелей, оценке ожидаемых социально-экономических эффектов.

Литература

1. Банки развития и их влияние на экономический рост: монография / С.С. Матвеевский. – М.: КНОРУС, 2022. – 298 с.

2. ВЭБ.РФ. Фабрика проектного финансирования. – URL: https://вэб.рф/biznesu/fabrika-proektnogo-finansirovaniya/ (дата обращения: 15.12.2023).

3. Число голодающих в мире достигло четверти миллиарда человек // Новости ООН. – 2023. – URL: https://news.un.org/ru/story/2023/08/1443462 (дата обращения: 05.10.2023).

4. Adarov, A., Panizza, U. Public Investment Quality and Its Implications for Sovereign Risk and Debt Sustainability // Policy Research Working Paper 10877. – Washington, D.C.: World Bank, 2024. – 50 p.

5. African Development Bank. Annual Report 2024. – Abidjan: AfDB, 2025. – URL: https://www.afdb.org/en/documents/publications/annual-report (дата обращения: 14.05.2026).

6. Alam, M.J., Buysse, J., Begum, I.A., Nolte, S., Wailes, E.J., Van Huylenbroeck, G. Impact of Trade Liberalization and World Price Changes in Bangladesh: A Computable General Equilibrium Analysis // Agricultural and Food Economics. – Springer Open, 2016. – 20 p.

7. Arévalo-Sánchez, I., Heisey, J., Chaudhary, S., Clay, T., Strokova, V., Dutta, P.V., Andrews, C. The State of Economic Inclusion. Pathways to Scale // Report 2024. – World Bank Group, 2024. – 120 p.

8. Asian Development Bank. Annual Report 2024. – Manila: ADB, 2025. – URL: https://www.adb.org/about/annual-report (дата обращения: 14.05.2026).

9. Asian Development Bank. Project Cycle. – URL: https://www.adb.org/what-we-do/public-sector-financing/project-cycle (дата обращения: 15.01.2023).

10. Asian Infrastructure Investment Bank. Annual Report 2024. – Beijing: AIIB, 2025. – URL: https://www.aiib.org/en/about-aiib/annual-report/index.html (дата обращения: 14.05.2026).

11. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Relatório Anual 2024. – Rio de Janeiro: BNDES, 2025. – URL: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/relatorios/relatorio-anual (дата обращения: 14.05.2026).

12. Bjarkefur, K., Cardoso de Andrade, L., Daniels, B., Jones, M.R. Development Research in Practice: The DIME Analytics Data Handbook. – Washington, D.C.: World Bank, 2021. – 231 p.

13. Burfisher, M.E. Introduction to Computable General Equilibrium Models. – 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 500 p.

14. Burns, A., Campagne, B., Jooste, C., Stephan, D., Bui, T.T. The World Bank Macro-Fiscal Model. Technical Description // Policy Research Working Paper 8965. – Washington, D.C.: World Bank, 2019. – 41 p.

15. China Development Bank. Annual Report 2024. – Beijing: CDB, 2025. – URL: https://www.cdb.com.cn/English/gykh_512/ndbg_jx/2024_jx/ (дата обращения: 14.04.2026).

16. De Luna-Martínez, J., Vicente, C.L. Global Survey of Development Banks // Policy Research Working Paper Series 5969. – Washington, D.C.: The World Bank, 2012. – 30 p.

17. Development Bank of Southern Africa. Annual Report 2023/2024. – Sandton: DBSA, 2024. – URL: https://www.dbsa.org/annual-report (дата обращения: 12.03.2026).

18. Development Impact Group. World Bank. – URL: https://www.worldbank.org/en /about/unit/unit-dec/impactevaluation (дата обращения: 20.06.2025).

19. Export-Import Bank of India. Annual Report 2024-2025. – Mumbai: Exim Bank, 2025. – URL: https://www.eximbankindia.in/annual-reports (дата обращения: 14.05.2026).

20. Framework of Inclusive Growth Indicators 2014. Key Indicators for Asia and the Pacific. Special supplement / Asian Development Bank. – 2014. – 117 p.

21. Gertler, P.J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L.B., Vermeersch, C.M.J. Impact Evaluation in Practice. – Washington, D.C.: World Bank, 2011. – 266 p.

22. Griffith-Jones, S. National Development Banks and Sustainable Infrastructure: The Case of KfW (GEGI Working Paper 006). – Boston University, 2016. – 20 p.

23. Griliches, Z., Intriligator, M.D. (Eds.). Handbook of Econometrics. Vol. 1. – N.Y.: Elsevier, 1983. – Chapter 3. Economic and Econometric Models. – P. 181–221.

24. Inclusive Growth of the Eurasian Economic Union Member States: assessments and opportunities / Eurasian Economic Commission. United Nations Conference on Trade and Development. – 2019. – 110 p.

25. Iran War Lifts Africa Debt Costs That Have Surged since Pandemic // Business Insider Africa. – 14 Apr. 2026. – URL: https://africa.businessinsider.com/local/ markets/us-iran-war-africas-mounting-debt-crisis-deepens-since-pandemic-fuels-fresh-inflation/bgb0x9p (дата обращения: 27.04.2026).

26. Ismail, N.W., Mahyideen, J.M. The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia (ADBI Working Paper No. 553). – Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2015. – 21 p.

27. Lewis, D. Counterfactuals. – Cambridge: Harvard University Press, 1973. – 150 p.

28. Malawi Economic Monitor: Navigating Uncertainty / The World Bank. – July 2025. – URL:

https://www.worldbank.org/en/country/malawi/publication/malawi-economic-monitor-navigating-uncertainty (дата обращения: 27.04.2025).

29. New Development Bank. Annual Report 2024. – Shanghai: NDB, 2025. – URL: https://www.ndb.int/about-ndb/annual-reports/ (дата обращения: 14.05.2026).

30. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 152 p.

31. OECD. Effective Results Frameworks for Sustainable Development: Achieving Impact by Design. – Paris: OECD Publishing, 2024. – 60 p.

32. OECD. Evaluation Systems in Development Co-operation. – Paris: OECD Publishing, 2016. – 48 p.

33. Papageorgiou, E.I. (ed.). Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Extensions and Learning Algorithms. – Springer, 2014. – 365 p.

34. Poverty, Prosperity, and Planet Report 2024 // The World Bank. – 2024. – URL: https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2024/12/17/2024-in-nine-charts (дата обращения: 27.04.2025).

35. Results and Performance of the World Bank Group / Independent Evaluation Group. – Washington, D.C.: World Bank, 2021. – 80 p.

36. Rubin, D.B. Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Nonrandomized Studies // Journal of Educational Psychology. – 1974. – Vol. 66, No. 5. – P. 688–701.

37. Shrestha, O., Forsyth, O., Sihotang, M., Sihotang, M.M., Walsham, S. Assessing the Socio-Economic Impact of Infrastructure Development on Local Communities: A Mixed-Methods Approach // Jurnal Sosial, Sains, Terapan dan Riset. – 2022. – Vol. 11, No. 01. – P. 1–10.

38. Sykes, A.O. An Introduction to Regression Analysis // Coase-Sandor Institute for Law & Economics Working Paper No. 20. – University of Chicago Law School, 1993. – 34 p.

39. The Role of Development Banks in Promoting Growth and Sustainable Development in the South. – UNCTAD, 2016. – 60 p.

40. Zadeh, L.A. Similarity Relations and Fuzzy Orderings // Information Sciences. – 1971. – Vol. 3, Iss. 2. – P. 177–200.

How development banks of the global south affect inclusive economic growth in Asia and Africa

Matveevskii S.S.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article examines the mechanism by which development banks (national and multilateral) in the Global South influence inclusive economic growth in Asia and Africa. Based on an analysis of the project cycle and methods for assessing the impact of development bank projects on inclusive economic growth, the author proposes a three-channel approach: the infrastructure channel, the production channel, and the human capital channel. It is shown that each channel makes a measurable contribution to reducing poverty, increasing employment, expanding access to basic services, and improving the quality of public administration. Quantitative data are provided on the operations of the Asian Development Bank, the African Development Bank, the New Development Bank, the Asian Infrastructure Investment Bank, as well as the national development banks of China, India, Brazil, and South Africa. The dynamics of project distribution across channels for 2010–2024 indicate changes in DB policies when financing projects through these channels. The results of the study can be used to improve development bank strategies when planning projects in developing countries that influence inclusive economic growth.

Keywords: development bank, inclusive economic growth, infrastructure, human capital, industrial policy, Global South, project cycle, impact assessment.

References

1. Matveevskij S.S. Banki razvitiya i ih vliyanie na ekonomicheskij rost: monografiya [Development banks and their impact on economic growth: monograph]. – M.: KNORUS, 2022. – 298 s.
2. VEB.RF. Fabrika proektnogo finansirovaniya [Project finance factory]. – URL: https://веб.рф/biznesu/fabrika-proektnogo-finansirovaniya/ (accessed: 15.12.2023).
3. Chislo golodayushchih v mire dostiglo chetverti milliarda chelovek [Number of hungry people in the world reached a quarter of a billion] // Novosti OON. – 2023. – URL: https://news.un.org/ru/story/2023/08/1443462 (accessed: 05.10.2023).
4. Adarov, A., Panizza, U. Public Investment Quality and Its Implications for Sovereign Risk and Debt Sustainability // Policy Research Working Paper 10877. – Washington, D.C.: World Bank, 2024. – 50 p.
5. African Development Bank. Annual Report 2024. – Abidjan: AfDB, 2025. – URL: https://www.afdb.org/en/documents/publications/annual-report (accessed: 14.05.2026).
6. Alam, M.J., Buysse, J., Begum, I.A., Nolte, S., Wailes, E.J., Van Huylenbroeck, G. Impact of Trade Liberalization and World Price Changes in Bangladesh: A Computable General Equilibrium Analysis // Agricultural and Food Economics. – Springer Open, 2016. – 20 p.
7. Arévalo-Sánchez, I., Heisey, J., Chaudhary, S., Clay, T., Strokova, V., Dutta, P.V., Andrews, C. The State of Economic Inclusion. Pathways to Scale // Report 2024. – World Bank Group, 2024. – 120 p.
8. Asian Development Bank. Annual Report 2024. – Manila: ADB, 2025. – URL: https://www.adb.org/about/annual-report (accessed: 14.05.2026).
9. Asian Development Bank. Project Cycle. – URL: https://www.adb.org/what-we-do/public-sector-financing/project-cycle (accessed: 15.01.2023).
10. Asian Infrastructure Investment Bank. Annual Report 2024. – Beijing: AIIB, 2025. – URL: https://www.aiib.org/en/about-aiib/annual-report/index.html (accessed: 14.05.2026).
11. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Relatório Anual 2024. – Rio de Janeiro: BNDES, 2025. – URL: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/relatorios/relatorio-anual (accessed: 14.05.2026).
12. Bjarkefur, K., Cardoso de Andrade, L., Daniels, B., Jones, M.R. Development Research in Practice: The DIME Analytics Data Handbook. – Washington, D.C.: World Bank, 2021. – 231 p.
13. Burfisher, M.E. Introduction to Computable General Equilibrium Models. – 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 500 p.
14. Burns, A., Campagne, B., Jooste, C., Stephan, D., Bui, T.T. The World Bank Macro-Fiscal Model. Technical Description // Policy Research Working Paper 8965. – Washington, D.C.: World Bank, 2019. – 41 p.
15. China Development Bank. Annual Report 2024. – Beijing: CDB, 2025. – URL: https://www.cdb.com.cn/English/gykh_512/ndbg_jx/2024_jx/ (accessed: 14.04.2026).
16. De Luna-Martínez, J., Vicente, C.L. Global Survey of Development Banks // Policy Research Working Paper Series 5969. – Washington, D.C.: The World Bank, 2012. – 30 p.
17. Development Bank of Southern Africa. Annual Report 2023/2024. – Sandton: DBSA, 2024. – URL: https://www.dbsa.org/annual-report (accessed: 12.03.2026).
18. Development Impact Group. World Bank. – URL: https://www.worldbank.org/en/about/unit/unit-dec/impactevaluation (accessed: 20.06.2025).
19. Export-Import Bank of India. Annual Report 2024-2025. – Mumbai: Exim Bank, 2025. – URL: https://www.eximbankindia.in/annual-reports (accessed: 14.05.2026).
20. Framework of Inclusive Growth Indicators 2014. Key Indicators for Asia and the Pacific. Special supplement / Asian Development Bank. – 2014. – 117 p.
21. Gertler, P.J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L.B., Vermeersch, C.M.J. Impact Evaluation in Practice. – Washington, D.C.: World Bank, 2011. – 266 p.
22. Griffith-Jones, S. National Development Banks and Sustainable Infrastructure: The Case of KfW (GEGI Working Paper 006). – Boston University, 2016. – 20 p.
23. Griliches, Z., Intriligator, M.D. (Eds.). Handbook of Econometrics. Vol. 1. – N.Y.: Elsevier, 1983. – Chapter 3. Economic and Econometric Models. – P. 181–221.
24. Inclusive Growth of the Eurasian Economic Union Member States: assessments and opportunities / Eurasian Economic Commission. United Nations Conference on Trade and Development. – 2019. – 110 p.
25. Iran War Lifts Africa Debt Costs That Have Surged since Pandemic // Business Insider Africa. – 14 Apr. 2026. – URL: https://africa.businessinsider.com/local/markets/us-iran-war-africas-mounting-debt-crisis-deepens-since-pandemic-fuels-fresh-inflation/bgb0x9p (accessed: 27.04.2026).
26. Ismail, N.W., Mahyideen, J.M. The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia (ADBI Working Paper No. 553). – Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2015. – 21 p.
27. Lewis, D. Counterfactuals. – Cambridge: Harvard University Press, 1973. – 150 p.
28. Malawi Economic Monitor: Navigating Uncertainty / The World Bank. – July 2025. – URL: https://www.worldbank.org/en/country/malawi/publication/malawi-economic-monitor-navigating-uncertainty (accessed: 27.04.2025).
29. New Development Bank. Annual Report 2024. – Shanghai: NDB, 2025. – URL: https://www.ndb.int/about-ndb/annual-reports/ (accessed: 14.05.2026).
30. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 152 p.
31. OECD. Effective Results Frameworks for Sustainable Development: Achieving Impact by Design. – Paris: OECD Publishing, 2024. – 60 p.
32. OECD. Evaluation Systems in Development Co-operation. – Paris: OECD Publishing, 2016. – 48 p.
33. Papageorgiou, E.I. (ed.). Fuzzy Cognitive Maps for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals to Extensions and Learning Algorithms. – Springer, 2014. – 365 p.
34. Poverty, Prosperity, and Planet Report 2024 // The World Bank. – 2024. – URL: https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2024/12/17/2024-in-nine-charts (accessed: 27.04.2025).
35. Results and Performance of the World Bank Group / Independent Evaluation Group. – Washington, D.C.: World Bank, 2021. – 80 p.
36. Rubin, D.B. Estimating Causal Effects of Treatments in Randomized and Nonrandomized Studies // Journal of Educational Psychology. – 1974. – Vol. 66, No. 5. – P. 688–701.
37. Shrestha, O., Forsyth, O., Sihotang, M., Sihotang, M.M., Walsham, S. Assessing the Socio-Economic Impact of Infrastructure Development on Local Communities: A Mixed-Methods Approach // Jurnal Sosial, Sains, Terapan dan Riset. – 2022. – Vol. 11, No. 01. – P. 1–10.
38. Sykes, A.O. An Introduction to Regression Analysis // Coase-Sandor Institute for Law & Economics Working Paper No. 20. – University of Chicago Law School, 1993. – 34 p.
39. The Role of Development Banks in Promoting Growth and Sustainable Development in the South. – UNCTAD, 2016. – 60 p.
40. Zadeh, L.A. Similarity Relations and Fuzzy Orderings // Information Sciences. – 1971. – Vol. 3, Iss. 2. – P. 177–200.

Статистическая взаимосвязь между финансированием банков развития и инклюзивным экономическим ростом в государствах Глобального Юга (на примере Азиатского Банка Развития)

Матвеевский Сергей Сергеевич
к.т.н., доцент, доцент кафедры банковского дела и финансовых рынков, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ssmatveevskii@fa.ru

В статье представлены результаты авторского статистического исследования взаимосвязи между финансированием банков развития и инклюзивным экономическим ростом в государствах Глобального Юга (на примере Азиатского банка развития). Построенные эконометрические модели (множественная линейная регрессия) подтвердили статистически значимое влияние финансирования банка на макроэкономические показатели 11 государств Азиатско-Тихоокеанского региона (192 модели множественной линейной регрессии). Наиболее часто статистически значимыми предикторами выступают инвестиции в секторы «финансы», «транспорт», «образование», «здравоохранение» и «городская инфраструктура»; наибольшее число значимых моделей получено для показателей образования, качества государственного управления и инфраструктурного доступа. По количеству статистически значимых моделей лидируют Бангладеш, Индонезия, Индия и Пакистан. На основе полученных результатов разработаны практические рекомендации для банков развития Глобального Юга, включая создание стратифицированных прогностических моделей, интеграцию институциональной переменной в механизмы принятия решений, учёт нелинейных и синергетических эффектов при планировании инвестиций. Предложенный подход позволяет повысить надежность прогнозирования влияния финансирования банками развития проектов в различных секторах экономики на инклюзивный экономический рост, повысить продуктивность распределения ресурсов в странах-реципиентах.

Ключевые слова: банк развития, проект, инклюзивный экономический рост, множественная линейная регрессия, панельные данные, Азиатский банк развития, страны Глобального Юга, прогностические модели.

Введение

Банки развития (БР) в государствах Глобального Юга (ГЮ) представляют собой специализированные финансовые организации, созданные государствами для финансирования долгосрочных проектов в области инфраструктуры, различных секторах экономики и социальной сфере. В отличие от коммерческих банков, их деятельность ориентирована не на получение максимальной прибыли, а на достижение общественно значимых целей, включая модернизацию экономики и повышение уровня жизни населения [1]. В последние 10–15 лет к уже существующим БР «добавились» новые многосторонние банки, созданные государствами ГЮ: Новый банк развития (НБР), учреждённый государствами БРИКС, и Азиатский банк инфраструктурных инвестиций (АБИИ) [18]. Проекты БР оказывают непосредственное влияние на экономику государств-реципиентов, что связано с созданием новых рабочих мест, развитием инфраструктуры, поддержкой малого и среднего предпринимательства и др. Однако вопросы количественной оценки влияния проектов БР на макроэкономические параметры государств остаются недостаточно исследованными в научной литературе [1]. Пока отсутствует единое определение инклюзивного экономического роста (ИЭР). Эксперты ЮНКТАД определяют инклюзивный рост как «сближение качества жизни всех групп населения внутри государства, достигаемое не только за счёт государственного перераспределения результатов экономической деятельности, но и путём создания благоприятных, недискриминационных экономических условий, которые позволяют каждой группе населения достичь качества жизни, сопоставимого с другими группами» [13]. Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) определяет ИЭР как «улучшение стандартов жизни репрезентативного домохозяйства, рассчитываемое как изменение в реальном располагаемом доходе» [13]. Азиатский банк развития (Азиатский БР) определяет ИЭР как «экономический рост, который не только создаёт новые возможности в экономике, но и обеспечивает равный доступ к ним для всех групп населения (особенно для самых бедных)». По мнению сотрудников банка, возможность стимулирования ИЭР непосредственно зависит от государственного управления, а «движущими силами ИЭР являются: экономический рост и расширение экономических возможностей, социальная включённость населения, обеспечивающая одинаковую доступность экономических возможностей, и сети социальной защиты» [5]. Азиатский БР использует свою модель ИЭР, допускает возможность количественного измерения ИЭР с помощью совокупности макроэкономических показателей [1].

В современной экономической литературе наблюдается интерес к эконометрической оценке эффективности деятельности банков развития. Так, К. Халид с соавторами исследовали влияние финансового развития, потребления возобновляемой энергии и информационно-коммуникационных технологий на ИЭР в 21 азиатской стране за период 1995–2019 гг., подтвердив наличие долгосрочной взаимосвязи между указанными факторами и ИЭР [15]. М. Маримуту, Х. Хан и Р. Бангаш на основе панельных данных 1990–2019 гг. для стран АСЕАН с применением коинтеграционного анализа и панельной причинности Дюмитреску — Хурлина выявили положительную долгосрочную связь между государственными расходами и экономическим ростом [16]. В работе Т. Мкртчяна, А. Хачатряна и С. Ратнера предложен композитный индекс инклюзивного роста для 73 развивающихся стран на основе анализа главных компонент, выявлена значимая связь индекса со структурной трансформацией экономики [18]. Некоторые исследования посвящены деятельности институтов финансирования развития (к ним относятся и банки развития), их способности привлекать прямые иностранные инвестиции [7], оценивать сравнительную эффективность инфраструктурных проектов [8]. Опыт БР Бразилии (BNDES), представленный в работе Ферраса и соавторов дает возможность оценить влияние проектов банка развития на экономику [10]. Методология количественного измерения ИЭР подробно рассмотрена в обзорах Хешмати и соавторов [11], а также в работе МакКинли [16]. Вопросы взаимосвязи государственных расходов и инклюзивного роста на межстрановом уровне исследуются в статье Уддина и соавторов [20]. Определенный вклад в теоретическую базу оценки влияния банков развития на экономическое развитие сделан в ра-

боте Д. Норта [18], а проблемы неравенства и здравоохранения в контексте развития рассматриваются А. Дитоном [9]; вопросы ИЭР рассматривались и в странах евразийского союза [12].

Целью данной работы является проверка гипотезы о том, что существует статистическая взаимосвязь между финансированием проектов банками развития в различных секторах экономики государств Азии и Африки и ИЭР, а также разработка практических рекомендаций для банков развития Глобального Юга на основе полученных результатов.

1. Методология и данные исследования

В качестве исходных данных (значений независимых переменных) использовалась статистика по финансированию Азиатским БР проектов в 11 секторах экономики государств АТР: сельское хозяйство (включая природные ресурсы и развитие сельских территорий), образование, производство энергии, финансы, здравоохранение, промышленность и торговля, информационно-коммуникационные технологии, мультисектор, государственное управление, транспорт, городская инфраструктура и услуги (включая водоснабжение). В качестве зависимых переменных (откликов) автором выбраны 32 макроэкономических показателя, соответствующие модели ИЭР Азиатского банка. Значения откликов получены из ежегодных отчётов Азиатского БР «Ключевые показатели государств АТР» (например, отчёт 2024 г. [6]).

Следующие макроэкономические показатели были выбраны автором как показатели ИЭР:

1. Доля населения, живущего за национальной чертой бедности.
2. Доля населения, живущего менее чем на 2 доллара в день по ППС 2005 г.
3. Соотношение доли дохода или потребления самого высокого квинтиля к самому низкому квинтилю.
4. Средняя продолжительность общего обучения (молодежь и взрослые).
5. Распространенность детей с недостаточным весом в возрасте до 5 лет.
6. Коэффициент смертности детей в возрасте до 5 лет на 1000 живорождений.
7. Темпы роста ВВП на душу населения по ППС (постоянные цены 2011 г. по ППС в долл. США).
8. Темпы роста среднего дохода на душу населения или потребления по ППС 2005 г.
9. Соотношение занятости и численности населения (молодежь и взрослые).
10. ВВП на одного занятого (постоянный ППС 1990 г. в долл. США).
11. Число самозанятых и помогающих членов семьи работников на 100 наемных работников.
12. Потребление электроэнергии на душу населения.
13. Процент дорог с твердым покрытием.
14. Количество абонентов мобильной сотовой связи на 100 человек.
15. Количество вкладчиков коммерческих банков на 1000 взрослых.
16. Ожидаемая продолжительность школьного обучения.
17. Соотношение ученик-учитель (начальная школа).
18. Охват иммунизацией детей в возрасте одного года против дифтерии, столбняка и коклюша (АКДС3).
19. Врачи, медсестры и акушерки на 10 000 населения.
20. Государственные расходы на образование в процентах от общих государственных расходов.
21. Государственные расходы на здравоохранение в процентах от общих государственных расходов.
22. Процент населения, имеющего доступ к электричеству.
23. Доля домохозяйств, использующих твердое топливо для приготовления пищи.
24. Доля населения, использующего улучшенный источник питьевой воды.
25. Доля населения, пользующегося улучшенными санитарно-техническими средствами.
26. Гендерное равенство в начальном, среднем и высшем образовании.
27. Покрытие расходов на дородовой уход (минимум один визит и минимум четыре визита).
28. Гендерный паритет участия в рабочей силе.
29. Процент мест, занимаемых женщинами в национальном парламенте.
30. Рейтинг социальной защиты и занятости.
31. Расходы социального обеспечения на здравоохранение в процентах от государственных расходов на здравоохранение.
32. Государственные расходы на социальное обеспечение и благосостояние в процентах от общих государственных расходов.
33. Голос и подотчетность.
34. Эффективность правительства.
35. Борьба с коррупцией.

Единицы измерения переменных: \(X\) (предикторы) — объемы инвестиций Азиатского БР в долларах США (как правило, сотни миллионов и миллиарды долларов); \(Y\) (отклики) — разнородны в зависимости от показателя (темпы роста ВВП в %, ВВП на душу населения в долл. США/ППС, коэффициенты смертности в ‰, индексы Всемирного банка (безразмерные), доли населения в %, количество абонентов на 100 чел. и т.д.).

В результате исследования были построены 192 статистически значимые регрессионные модели для 11 государств АТР. Исследование основано на предположении, что деятельность банка развития (его инвестиции в виде финансирования проектов в различных секторах экономики) оказывает влияние на значения макроэкономических показателей стран АТР (данные показатели являются количественными оценками ИЭР). Особенностью исследования является использование временного лага между завершением проекта банка развития и его воздействием на макроэкономические показатели. Экономическая теория и практика оценки проектов банков развития свидетельствуют о том, что макроэкономический эффект от крупных капиталовложений, особенно в инфраструктуру, проявляется не мгновенно. В модели используется условие, в соответствии с которым объём финансирования проекта, завершённого в году t, учитывается как фактор, влияющий на макропоказатели (ИЭР), начиная с года t+5. При подготовке исходных данных и для разработки моделей множественной линейной регрессии использовался язык Python и библиотеки pandas, numpy и statsmodels (см. таблицу 1). Процесс подготовки включал обработку пропущенных значений (интерпретацию отсутствия финансирования), выравнивание временных рядов и отбор признаков.

Таблица 1

Использованные библиотеки

Фреймворк	Назначение
Pandas (Panel Data Analysis)	Загрузка, очистка, предобработка и управление данными (DataFrames)
NumPy (Numerical Python)	Основа для научных вычислений, обработка многомерных массивов, математические операции.
Statsmodels (Statistical Models)	Построения эконометрических моделей, включая OLS (Ordinary Least Squares), и получения статистической сводки (R^2, F-stat, p-values).
Matplotlib, Seaborn	Создание статических и интерактивных визуализаций (графиков, диаграмм), включая тепловые карты корреляций.

Источник: составлено автором.

При работе с данными использовалась библиотека Pandas: она предоставляет собой структуру DataFrame, которая хорошо подходит для обработки табличных данных: чтение из файлов Excel, очистка, фильтрация, группировка и агрегация. В данном исследовании Pandas использовалась для загрузки и структурирования исходных данных по странам и макроэкономическим показателям. Для обеспечения поддержки многомерных массивов и матриц использовалась библиотека научных вычислений NumPy: данная библиотека использовалась для обработки числовых данных и выполнения математических операций (она включает в себя комплекс математических функций для обработки и анализа данных). Техническая реализация регрессионного анализа осуществлялась в Statsmodels: данная библиотека предоставляет классы и функции для оценки различных статистических моделей и использовалась для построения моделей множественной линейной регрессии на основе 11 предикторов (сектора экономики).

При обработке статистических данных использовался аппарат множественной линейной регрессии, позволяющий оценить влияние нескольких факторов на одну зависимую переменную (отклик) [2; 3]. Для отбора статистически значимых факторов применён метод пошагового исключения (recursive feature elimination). Метод работает следующим образом:

1. В начале используется полный список секторов-предикторов.
2. В цикле while строится модель OLS с текущим набором предикторов с помощью `sm.OLS(y, X_const).fit()`.
3. Извлекается p-values для всех предикторов и определяется максимальное значение.
4. Если максимальное p-value превышает порог 0,05, соответствующий предиктор удаляется из списка, и цикл повторяется.
5. Если все p-values оказываются ниже порога 0,05, цикл прерывается, и функция возвращает итоговый набор значимых предикторов.

Цикл процедуры отбора значимых коэффициентов повторяется итеративно. Далее основная часть скрипта использует финальный набор

значимых коэффициентов для построения итоговой, полностью значимой модели и записи её характеристик в отчётный файл.

Для оценки качества регрессионной модели в целом используется F-статистика; нулевая гипотеза о совместной незначимости всех факторов отвергается при Prob (F-statistic) < 0,05. Для оценки вклада каждого отдельного фактора используется t-статистика с порогом значимости p < 0,05 [2; 3]. При интерпретации статистически значимых регрессионных моделей использовался анализ коэффициентов регрессии. Полученные статистические результаты носят относительный характер, предполагают наличие прочих равных условий и основаны на используемом виде регрессионных моделей.

2. Результаты статистического анализа

Результаты исследования: совокупность уравнений множественной линейной регрессии, среди которых выявлены 192 статистически значимые модели. Это позволяет говорить о том, что, в целом, существует определенная взаимосвязь между инвестициями Азиатского БР и макроэкономическими показателями стран АТР (количественная оценка ИЭР). В качестве примеров приведены две модели для Бангладеш:

Модель #178. Влияние предикторов «Транспорт» и «Финансы» на отклик «Темпы роста ВВП на душу населения»

Характеристики модели: Adj. $R^2 = 0.6331$, Prob (F-stat) = 0.00035.

Уравнение:

$$y = 4.52 + (4.67e-09) * [Finance] * 2.60e-09 * [Transport]. \quad (1)$$

Данная модель, объясняет 63% вариации роста ВВП, демонстрирует положительную статистическую связь между инвестициями банка развития в секторы «Финансы» и «Транспорт» и макроэкономическим показателем «Темпы роста ВВП на душу населения». Как правило, улучшение транспортной сети снижает торговые издержки, а развитие финансового сектора повышает доступность кредита (стимулирование потребления). Эти выводы согласуются с исследованиями роли инфраструктуры для экономического роста в Азии [13]. Модель показывает, что для Бангладеш, пока, эти два предиктора являются наиболее сильными драйверами экономического роста (безусловно, при прогнозировании операций БР следует учитывать динамику комплекса внутренних и внешних условий).

Модель #19. Влияние предикторов «Сельское хозяйство», «Образование», «Энергия», «Здравоохранение», «промышленность и торговля», «Водоснабжение и другие городские сервисы», на отклик «Количество вкладчиков коммерческих банков на 1000 взрослых»

Характеристики модели: Adj. $R^2 = 0.8757$, Prob (F-stat) = 0.0055.

$$y = 175.86 + (9.691e-07) * [Agriculture, natural\ resources \dots] + (4.928e-07) * [Education] + (3.207e-07) * [Energy] - (4.3475e-06) * [Health] + +(1.3622e-06) * [Industry\ and\ trade] + +(8.980e-07) * [Water\ and\ other\ urban\ infrastructure\ and\ services]. \quad (2)$$

Отрицательный коэффициент при секторе «Здравоохранение» может объясняться тем, что программы в области здравоохранения в РС часто финансируются как общественное благо и направлены на самые уязвимые слои населения, которые могут быть не вовлечены в формальную банковскую систему. Следует учитывать, что увеличение расходов на здравоохранение не гарантирует положительного экономического эффекта (что подтверждается, в частности, выводами А. Дитона о сложной связи между здоровьем и благосостоянием [9]). Можно считать, что эти инвестиции решают важные социальные задачи, но их влияние на финансовую включенность может быть сложным. Программы, направленные на борьбу с бедностью, часто слабо связаны со стимулированием финансового сектора в краткосрочной перспективе.

При проведении 192 независимых проверок гипотез на уровне значимости 0,05 существует высокий риск ложноположительных результатов (ошибка I рода). Для его контроля необходимо применить поправку на множественное тестирование, например, метод Бонферрони.

Исследование не строит полную структурную модель экономического роста и не претендует на оценку каузального влияния инвестиций Азиатского БР на макропоказатели стран АТР. Все предикторы в моделях относятся к одному источнику - инвестиционной деятельности Азиатского БР, что делает внутреннее сравнение секторов корректным и самодостаточным. Статистическое качество построенных регрессионных моделей (верификация) подтверждается оценками статистической значимости (ранее приведены показатели), качеством и надежностью использованной библиотеки *Statsmodels*. Валидность полученных уравнений регрессии определяется тем, что используются исходные данные Азиатского БР, а банк активно использует эконометрическое моделирование для анализа влияния своих операций на экономику стран АТР.

Анализ частоты появления секторов экономики в качестве статистически значимых предикторов (таблица 2) позволил определить, какие направления инвестиций банка могут оказывать статистически значимое влияние на макроэкономические показатели (ИЭР) изучаемых государств АТР.

Таблица 2

Частота появления секторов экономики в статистически значимых регрессионных моделях.

№ пп	Сектор инвестиций	Частота появления (из 192 моделей)
1	Финансы	102
2	Транспорт	98
3	Образование	85
4	Здравоохранение	79
5	Городская инфраструктура и услуги, включая водоснабжение	75
6	Сельское хозяйство, природные ресурсы и развитие сельских районов	55
7	Информационно-коммуникационные технологии	51
8	Управление государственным сектором	48
9	Промышленность и торговля	46
10	Энергетика	45
11	Многоотраслевой сектор	20

Источник: составлено автором по результатам исследования.

Секторы финансов, транспорта, образования и здравоохранения, городской инфраструктуры и услуг характеризуются наибольшим количеством значимых регрессионных моделей. Это дает возможность предположить, что полученный результат объясняется их системообразующей ролью для экономик государств АТР: финансы и транспорт формируют инфраструктурный «каркас» экономики, обеспечивая движение капитала и товаров, что является необходимым условием для функционирования всех остальных секторов; образование и здравоохранение являются важными факторами для формирования и накопления человеческого капитала, определяющими качество трудовых ресурсов и долгосрочные перспективы экономического роста [11].

Для определения сфер социально-экономического развития государств АТР, для которых наиболее существенно проявилось статистическое влияние инвестиций Азиатского БР, проведено сравнение зависимых переменных (макроэкономических показателей, см. таблицу 3).

Таблица 3

Распределение макроэкономических показателей по количеству значимых регрессионных моделей

Группа макропоказателей	Макропоказатель	Кол-во значимых моделей
Образование	Ожидаемая продолжительность обучения	7
	Соотношение учащихся и учителей, начальная школа	7
	Индекс гендерного равенства (начальная, средняя, высшая школа)	22 (суммарно)
Здравоохранение	Коэффициент смертности среди детей до 5 лет (на 1000 живорождений)	8
	Вакцинация АКДС (% детей в возрасте 12–23 месяцев)	6
Инфраструктура и услуги	Доступ к электричеству (% населения)	9
	Количество абонентов мобильной связи (на 100 человек)	6
	Число людей, пользующихся как минимум базовыми санитарными услугами (% населения)	7
Экономический рост	Рост ВВП на душу населения (постоянные цены по ППС)	8
	ВВП на одного занятого (постоянные цены по ППС)	7
Государственное управление	Мировые показатели государственного управления (голос и подотчётность и т. д.)	20 (суммарно)

Источник: составлено автором по результатам исследования.

Наибольшее число значимых моделей было связано с показателями образования, здравоохранения, инфраструктуры и государственного управления. Данный результат согласуется с выводами, например, К. Халид и соавторов, которые обнаружили, что финансовое развитие и развитие ИКТ оказывают значимое положительное влияние на инклюзивный рост в странах Азии [14], а также с результатами М. Маримуту и соавторов, показавших наличие положительной долгосрочной статисти-

ческой связи государственных расходов с экономическим ростом в регионе АСЕАН [15]. Следует отметить, что при анализе полученных результатов может быть использован индекс инклюзивного роста МакКинли, также включающий в себя большое количество отдельных социально-экономических показателей [17].

Ранжирование государств АТР по количеству статистически значимых регрессионных моделей (таблица 4) позволяет установить, в каких государствах инвестиции Азиатского БР оказали наиболее существенное влияние на макроэкономические показатели (показатели ИЭР).

Таблица 4

Ранжирование государств АТР по количеству статистически значимых моделей регрессии

Государство	Количество значимых моделей	Место
Бангладеш	28	1
Индонезия	28	1
Индия	26	2
Пакистан	24	3
Камбоджа	21	4
Шри-Ланка	21	4
Лаосская Народно-Демократическая Республика	20	5
Таиланд	11	6
Таджикистан	10	7
Монголия	2	8
Казахстан	1	9

Источник: составлено автором по результатам исследования.

Бангладеш, Индонезия, Индия и Пакистан лидируют среди государств АТР по количеству статистически значимых моделей регрессии. Можно предположить, что данный результат объясняется тем, что экономики указанных государств находятся на стадии активных структурных преобразований, где целевые инвестиции могут давать максимальный эффект. Более детальный анализ «доминирующих» секторов для каждого государства (таблица 5) позволяет выявить национальные особенности статистических результатов влияния инвестиций банка.

Таблица 5

Доминирующие» секторы экономики для государств АТР (по количеству статистически значимых уравнений регрессии)

Государство	Кол-во знач. моделей	Доминирующие сектора
Бангладеш	28	Транспорт (24), Финансы (23)
Индонезия	28	Транспорт (24), Водоснабжение и другая городская инфраструктура и услуги (23)
Индия	26	Здравоохранение (24), Образование (20)
Пакистан	24	Образование (19), Энергетика (7)
Камбоджа	21	Водоснабжение и другая городская инфраструктура и услуги (17), Финансы (14)
Шри-Ланка	21	Сельское хозяйство (18), Промышленность и торговля (17)
Лаосская НДР	20	Управление государственным сектором (15), Сельское хозяйство (3)
Таиланд	11	Управление государственным сектором (11), Городская инфраструктура (8)
Таджикистан	10	Транспорт (8), Энергетика (5)
Монголия	2	Образование (1), Энергетика (1)
Казахстан	1	Здравоохранение (1), ИКТ (1)

Источник: составлено автором по результатам исследования.

Выявленные статистические тенденции для государств АТР согласуются с текущими национальными приоритетами развития государств. Доминирование секторов «Транспорт», «Финансы» и «Городская инфраструктура» в Бангладеш и Индонезии согласуется с выводами о критической роли инфраструктуры для экономического роста в Азии [13]. Выявленное значение для Индии и Пакистана инвестиций в секторы «Здравоохранение» и «Образование» связано с имеющимися в этих государствах демографическими преимуществами – наличием большого количества молодого трудоспособного населения. Для этих результатов существует теоретическая база в виде идей Д. Норта: инвестиции в здравоохранение и образование определяют целенаправленное формирование институтов, создающих качественный человеческий капитал [18]. В Лаосе и Таиланде инвестиции, направленные на улучшение деятельности государственного аппарата, оказывают заметное системное воздействие на макроэкономические показатели, что подтверждает важность институциональных реформ для дальнейшего развития [18].

3. Практические рекомендации для банков развития Глобального Юга

Результаты проведённого статистического исследования позволяют определить следующие перспективы уточнения прогнозирования влияния проектов банков развития Глобального Юга на динамику значений макроэкономических показателей (ИЭР) и сформулировать следующие рекомендации:

1. Построение стратифицированных прогностических моделей, основанных на структурно-географических особенностях государств. Анализ показал, что макроэкономический отклик на финансирование проектов детерминирован структурными особенностями экономики и географией государств. Для банков развития Глобального Юга целесообразно разработать диверсифицированные прогностические модели, учитывающие статистически значимые инвестиции и их влияние на рост торговых потоков, ВВП и пр. Для государств, имеющих выраженный демографический «дивиденд» (Индия, Пакистан), наибольшая прогностическая точность обеспечивается при приоритете финансирования развития человеческого капитала (секторы «Здравоохранение» и «Образование»). Данная рекомендация согласуется с практикой Азиатского БР, который регулярно разрабатывает индивидуальные стратегии сотрудничества для всех стран-членов [6].

2. Интеграция институциональной переменной в качестве важного элемента в прогнозные сценарии. Эмпирические результаты подтверждают, что макроэкономический эффект не является прямым следствием финансирования, а опосредуется качеством государственных институтов. Это открывает возможность для построения моделей с промежуточной институциональной переменной. Прогнозирование для государств с недостаточно эффективным государственным управлением (Лаос, Таиланд, Камбоджа) должно включать сценарии, в которых инвестиции, направленные на улучшение деятельности государственного аппарата, выступают катализатором системного мультипликативного эффекта. Мкртчян с соавторами подчёркивают, что различия в уровне развития и качестве управления являются ключевыми факторами, определяющими гетерогенность показателей инклюзивного роста в развивающихся странах [17].

3. Учёт нелинейных и синергетических эффектов на основе выявленных секторальных приоритетов. Результаты исследования позволяют предположить наличие неаддитивных взаимодействий между различными направлениями финансирования, их «сложным» влиянием на макроэкономические показатели. Для банков развития Глобального Юга рекомендуется разработать модели кумулятивного воздействия, оценивающие синергию между инвестициями. Например, прогноз может учитывать взаимное усиление эффекта от одновременного финансирования транспортной инфраструктуры и человеческого капитала, результат которого превосходит простую сумму воздействий от изолированных инвестиций. Данный подход согласуется с выводами К. Халид и соавторов о синергетическом взаимодействии между финансовым развитием и ИКТ в достижении инклюзивного роста [14].

4. Внедрение системы мониторинга и оценки с учётом временных лагов. Как показало исследование, использование пятилетнего лага между инвестициями и макроэкономическим откликом является эмпирически обоснованным. Банкам развития Глобального Юга рекомендуется внедрить стандартизированную процедуру отсроченной оценки эффективности проектов с горизонтом не менее пяти лет после завершения, что позволит избежать заниженной оценки долгосрочных эффектов, особенно в инфраструктурных секторах [1].

Аналогичные выводы о важности учёта временных лагов при оценке эффективности проектов содержатся в работах, посвящённых сравнительному анализу инфраструктурных инвестиций [8].

5. Разработка углубленных национально-специфических инвестиционных стратегий. Полученные результаты показывают, что эффективность инвестиций существенно варьируется между странами в зависимости от их характеристик. Банкам развития Глобального Юга рекомендуется при формировании инвестиционных портфелей учитывать текущую национальную «специализацию»: для Бангладеш и Индонезии, например, пока приоритетными являются инвестиции в транспорт и финансовый сектор; для Индии и Пакистана - в здравоохранение и образование; для Лаоса и Таиланда - в повышение эффективности государственного управления. Может быть полезен опыт БР Бразилии, который успешно осуществлял контрциклическое финансирование в периоды кризисов, менял свои приоритеты [10], а также модели привлечения частного капитала, рассмотренные в исследованиях деятельности институтов финансирования развития [7].

Обобщение основных результатов выполненного статистического исследования позволяет подготовить методологическую основу для по-

строения актуальных прогностических структур и моделей для государств Глобального Юга. Важно, что операционализация выявленных статистически значимых зависимостей позволит разработать систему текущих инвестиционных приоритетов для банков развития: выбор целевых секторов будет определяться, в частности, текущими структурными, демографическими, институциональными и иными характеристиками государства-реципиента. Такой подход позволяет с более высокой степенью достоверности прогнозировать влияние финансирования БР на динамику основных макроэкономических показателей (показателей ИЭР) в рамках действующей стратегии сотрудничества с государством. Для мониторинга динамики ИЭР может быть использован также индекс инклюзивного роста, предложенный Рамосом [19].

Заключение

В работе рассматривается возможность использования статистических исследований деятельности банков развития государств ГЮ для подтверждения влияния операций банков развития на ИЭР в государствах Азии и Африки. Пока нет единого определения ИЭР, поэтому автор использует подход многосторонних банков развития (например, Азиатского БР) и исследователей, а для количественной оценки ИЭР использует значения макроэкономических показателей. Автор использовал обширную базу данных Азиатского БР (объемы финансирования проектов в 11 секторах экономики 11 государств АТР, значения 32 макроэкономических показателей) в качестве исходных данных при применении аппарата линейной множественной регрессии. Проведенные расчеты позволил получить 192 статистически значимые модели для государств АТР.

Выявлено, что наиболее часто статистически значимыми предикторами выступают инвестиции в секторы «финансы» (102 из 192 моделей), «транспорт» (98), «образование» (85), «здравоохранение» (79) и «городская инфраструктура» (75); наибольшее число значимых моделей получено для показателей образования, государственного управления и инфраструктурного доступа. Государственное ранжирование показало, что по количеству статистически значимых моделей лидируют Бангладеш, Индонезия, Индия и Пакистан.

Результаты статистического исследования показывают возможность подготовки методологической основы для построения актуальных прогностических структур и моделей для государств АТР. Полученные результаты демонстрируют перспективность проведения банками развития Глобального Юга дальнейших статистических исследований, результаты которых позволят более продуктивно использовать ресурсы БР для обеспечения ИЭР в рамках стратегий сотрудничества банков развития со странами. Разработанные автором практические рекомендации, включающие создание стратифицированных прогностических моделей, интеграцию институциональной переменной, учёт нелинейных и синергетических эффектов, а также внедрение системы мониторинга с учётом временных лагов, могут быть использованы банками развития для повышения эффективности своей деятельности и усиления вклада в устойчивое и инклюзивное развитие (в том числе, в государствах Евразийского союза [4]).

Литература

1. Банки развития и их влияние на экономический рост: монография / С.С. Матвеевский. — М.: КНОРУС, 2022. — 298 с.
2. Доугерти, К. Введение в эконометрику / пер. с англ. — 3-е изд. — М.: ИНФРА-М, 2009. — 465 с.
3. Магнус, Я. Р., Катышев, П. К., Пересецкий, А. А. Эконометрика. Начальный курс: Учебник. — 8-е изд. — М.: Дело, 2007. — 504 с.
4. Матвеевский, С.С. Азиатский банк развития и его влияние на экономический рост // Вестник Института экономики РАН. — 2021. — № 6(16). — С. 51–66. DOI: 10.52180/2073-6487_2021_6_51_66.
5. Anand, R., Mishra, S., Peiris, S.J. Inclusive Growth: Measurement and Determinants. — Washington: International Monetary Fund, 2013. — 26 p. — (IMF Working Paper; No. 13/135). DOI: 10.5089/9781484323212.001.
6. Asian Development Bank. Key Indicators for Asia and Pacific 2024. Data for Climate Action. 55th Edition. — Manila: ADB, 2024. — 198 p.
7. Cagiza, C.B.C. De Saituma, Cagiza, I. Development Finance Institutions (DFIs), Political Conditions, and Foreign Direct Investment (FDI) in Sub-Saharan Africa // Journal of Economics and International Finance. — 2025. — Vol. 17, No. 1. — P. 1–12. DOI: 10.5897/JEIF2025.1242.
8. Chedid, C., Ferré, M., Teruel, M. Assessing Infrastructure Projects Funded by World Bank and Chinese Financial Institutions: A Case Study of Sri Lanka // Development Policy Review. — 2025. — Vol. 43, No. 4. — Article e70018. DOI: 10.1111/dpr.70018.
9. Deaton, A. The Great Escape: Health, Wealth, and the Origins of Inequality. — Princeton: Princeton University Press, 2013. — 360 p.
10. Ferraz, J.C., Alem, A.C., Madeira, R.F. The Rise and Fall of the Brazilian Development Bank (BNDES): A Historical-Institutional Analysis // Brazilian Journal of Political Economy. — 2021. — Vol. 41, No. 3. — P. 437–459. DOI: 10.1590/0101-31572021-3206.
11. Heshmati, A., Kim, J., Wood, D. Measurement and Analysis of Inclusive Growth: A Review of Theory, Indicators and Empirics // Review of Income and Wealth. — 2019. — Vol. 65, Iss. 4. — P. 831–868. DOI: 10.1111/roiw.12399.
12. Inclusive Growth of the Eurasian Economic Union Member States: assessments and opportunities. Eurasian Economic Commission. United Nations Conference on Trade and Development. — EEC, UNCTAD, 2019. — 110 p.
13. Ismail, N.W., Mahyideen, J.M. The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia (ADBI Working Paper No. 553). — Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2015. — 21 p.
14. Khalid, K., et al. Financial Development, Renewable Energy Consumption, and ICT: Pathways to Inclusive Growth in Asia // JISR-MSSE. — 2023. — Vol. 21, No. 2. — P. 1–24.
15. Marimuthu, M., Khan, H., Bangash, R. Fiscal Causal Hypotheses and Panel Cointegration Analysis for Sustainable Economic Growth in ASEAN // Asian Development Policy Review. — 2021. — Vol. 9, No. 1. — P. 10–27.
16. McKinley, T. Inclusive Growth Criteria and Indicators: An Inclusive Growth Index for Diagnosis of Country Progress // ADB Sustainable Development Working Paper Series. — 2010. — No. 14.
17. Mkrtchyan, T., Khachatryan, A., Ratner, S. Measuring Inclusive Growth in Developing Countries: Composite Index Approach and Sectoral Transformation Analysis // Journal of Risk and Financial Management. — 2025. — Vol. 18, Iss. 6. — 336 p. DOI: 10.3390/jrfm18060336.
18. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. — Cambridge: Cambridge University Press, 1990. — 152 p.
19. Ramos, R.A. An Inclusive Growth Monitor for Measuring the Relationship between Poverty and Growth // IPC-IG Working Paper. — 2015. — No. 139.
20. Uddin, G.S., Hassan, M.B., Park, D., Le, A.H., Beirne, J. Public Spending and Inclusive Growth: A Cross-Country Empirical Analysis // Journal of International Money and Finance. — 2025. — Vol. 152. — Article 103297. DOI: 10.1016/j.jimonfin.2025.103297.

Statistical relationship between development bank financing and inclusive economic growth in states of the global south (the case of the Asian development bank)

Matveevskii S.S.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article presents the results of a statistical study examining the relationship between development bank financing and inclusive economic growth in countries of the Global South (using the Asian Development Bank as an example). The constructed econometric models (multiple linear regression) confirmed a statistically significant impact of bank financing on the macroeconomic indicators of 11 countries in the Asia-Pacific region (192 multiple linear regression models). The most frequently statistically significant predictors are investments in the finance, transport, education, healthcare, and urban infrastructure sectors; the largest number of significant models was obtained for the indicators of education, quality of public administration, and infrastructure access. Bangladesh, Indonesia, India, and Pakistan lead in the number of statistically significant models. Based on the obtained results, practical recommendations for development banks in the Global South have been developed, including the creation of stratified predictive models, the integration of institutional variables into decision-making mechanisms, and the consideration of nonlinear and synergistic effects in investment planning. The proposed approach allows us to increase the reliability of forecasting the impact of development bank financing of projects in various sectors of the economy on inclusive economic growth and to improve the efficiency of resource allocation in recipient countries.

Keywords: development bank, project, inclusive economic growth, multiple linear regression, panel data, Asian Development Bank, Global South countries, predictive models.

References

1. Dougerti, K. Vvedenie v ekonometriku [Introduction to Econometrics] / per. s angl. — 3-e izd. — M.: INFRA-M, 2009. — 465 s.
2. Magnus, Ya.R., Katyshev, P.K., Pereseckij, A.A. Ekonometrika. Nachal'nyj kurs: Uchebnik [Econometrics. Initial course: Textbook]. — 8-e izd. — M.: Delo, 2007. — 504 s.
3. Matveevskij S.S. Banki razvitiya i ih vliyanie na ekonomicheskij rost: monografiya [Development banks and their impact on economic growth: monograph]. — M.: KNORUS, 2022. — 298 s.
4. Matveevskij, S.S. Aziatskij bank razvitiya i ego vliyanie na ekonomicheskij rost [Asian Development Bank and its impact on economic growth] // Vestnik Instituta ekonomiki RAN. — 2021. — № 6(16). — S. 51–66. DOI: 10.52180/2073-6487_2021_6_51_66.
5. Anand, R., Mishra, S., Peiris, S.J. Inclusive Growth: Measurement and Determinants. — Washington: International Monetary Fund, 2013. — 26 p. — (IMF Working Paper; No. 13/135). DOI: 10.5089/9781484323212.001.
6. Asian Development Bank. Key Indicators for Asia and Pacific 2024. Data for Climate Action. 55th Edition. — Manila: ADB, 2024. — 198 p.
7. Cagiza, C.B.C. De Saituma, Cagiza, I. Development Finance Institutions (DFIs), Political Conditions, and Foreign Direct Investment (FDI) in Sub-Saharan Africa // Journal of

Economics and International Finance. — 2025. — Vol. 17, No. 1. — P. 1–12. DOI: 10.5897/JEIF2025.1242.
8. Chedid, C., Ferré, M., Teruel, M. Assessing Infrastructure Projects Funded by World Bank and Chinese Financial Institutions: A Case Study of Sri Lanka // Development Policy Review. — 2025. — Vol. 43, No. 4. — Article e70018. DOI: 10.1111/dpr.70018.
9. Deaton, A. The Great Escape: Health, Wealth, and the Origins of Inequality. — Princeton: Princeton University Press, 2013. — 360 p.
10. Ferraz, J.C., Alem, A.C., Madeira, R.F. The Rise and Fall of the Brazilian Development Bank (BNDES): A Historical-Institutional Analysis // Brazilian Journal of Political Economy. — 2021. — Vol. 41, No. 3. — P. 437–459. DOI: 10.1590/0101-31572021-3206.
11. Heshmati, A., Kim, J., Wood, D. Measurement and Analysis of Inclusive Growth: A Review of Theory, Indicators and Empirics // Review of Income and Wealth. — 2019. — Vol. 65, Iss. 4. — P. 831–868. DOI: 10.1111/roiw.12399.
12. Inclusive Growth of the Eurasian Economic Union Member States: assessments and opportunities. Eurasian Economic Commission. United Nations Conference on Trade and Development. — EEC, UNCTAD, 2019. — 110 p.
13. Ismail, N.W., Mahyideen, J.M. The Impact of Infrastructure on Trade and Economic Growth in Selected Economies in Asia (ADBI Working Paper No. 553). — Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2015. — 21 p.
14. Khalid, K., et al. Financial Development, Renewable Energy Consumption, and ICT: Pathways to Inclusive Growth in Asia // JISR-MSSE. — 2023. — Vol. 21, No. 2. — P. 1–24.
15. Marimuthu, M., Khan, H., Bangash, R. Fiscal Causal Hypotheses and Panel Cointegration Analysis for Sustainable Economic Growth in ASEAN // Asian Development Policy Review. — 2021. — Vol. 9, No. 1. — P. 10–27.
16. McKinley, T. Inclusive Growth Criteria and Indicators: An Inclusive Growth Index for Diagnosis of Country Progress // ADB Sustainable Development Working Paper Series. — 2010. — No. 14.
17. Mkrtchyan, T., Khachatryan, A., Ratner, S. Measuring Inclusive Growth in Developing Countries: Composite Index Approach and Sectoral Transformation Analysis // Journal of Risk and Financial Management. — 2025. — Vol. 18, Iss. 6. — 336 p. DOI: 10.3390/jrfm18060336.
18. North, D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. — Cambridge: Cambridge University Press, 1990. — 152 p.
19. Ramos, R.A. An Inclusive Growth Monitor for Measuring the Relationship between Poverty and Growth // IPC-IG Working Paper. — 2015. — No. 139.
20. Uddin, G.S., Hassan, M.B., Park, D., Le, A.H., Beirne, J. Public Spending and Inclusive Growth: A Cross-Country Empirical Analysis // Journal of International Money and Finance. — 2025. — Vol. 152. — Article 103297. DOI: 10.1016/j.jimonfin.2025.103297.

Атомная энергетика в концепции глобального энергетического перехода: от «переходного топлива» к стратегическому активу декарбонизации

Омаров Джамалуддин Чупалавович
аспирант кафедры МИЭП, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД РФ, o.jama@yandex.ru

Статья посвящена концептуальному переосмыслению места атомной энергетики в теории глобального энергетического перехода. Автор обосновывает, что современный энергетический переход следует трактовать не как замещение одних первичных источников энергии другими, а как институционально управляемую трансформацию мировой энергетики, охватывающую четыре взаимосвязанных измерения – технологическое, институциональное, инвестиционное и геоэкономическое. На основе анализа прогнозов международных организаций, академической дискуссии о роли ядерной генерации в декарбонизации и решений в сфере устойчивого финансирования показано, что атомная энергетика переходит из категории временного «переходного топлива» в категорию стратегического актива долгосрочной декарбонизации. Системная ценность ядерной генерации определяется не только низким углеродным следом, но и способностью обеспечивать управляемую низкоуглеродную мощность, поддерживать устойчивость энергосистемы и формировать новые энергетические услуги. Предложена интеграция концепции технологической привязки с трехмерной моделью энергетической безопасности, позволяющая трактовать суверенитет в атомной сфере как обладание технологическими компетенциями, а не как доступ к природному урану. Полученные результаты создают теоретическую основу для анализа адаптации российской атомной отрасли как субъекта мировой экономики.

Ключевые слова: глобальный энергетический переход, атомная энергетика, декарбонизация, энергетическая безопасность, технологическая привязка, стратегический актив, мировая экономика, низкоуглеродная генерация.

Введение

Глобальный энергетический переход превратился в один из процессов, определяющих развитие мировой экономики в первой половине XXI века. Его содержание не сводится к постепенному вытеснению угля, нефти и природного газа низкоуглеродными источниками: одновременно с технологической структурой генерации меняются маршруты движения инвестиций, условия доступа к капиталу, архитектура международного регулирования и расстановка сил на мировых энергетических рынках. Предшествующие переходы происходили преимущественно под действием новых технологий, ценовых сигналов и растущего спроса на энергетические услуги. Нынешний переход устроен принципиально иначе: его движущей силой выступает климатическая политика, закрепленная международными соглашениями, национальными стратегиями декарбонизации, углеродным регулированием и системами классификации устойчивого финансирования.

Для России рассматриваемая проблема имеет выраженное внешнеэкономическое измерение. Исторически страна занимает прочные позиции на мировых энергетических рынках, однако значительная их часть связана с экспортом углеводородов. По мере ужесточения климатической политики и изменения структуры спроса на энергоносители возрастает значение тех отраслей, которые позволяют сохранить присутствие России в мировой энергетике за счет технологий, инженерных компетенций и долгосрочных экспортных проектов. Атомная энергетика принадлежит к числу таких отраслей.

При этом место ядерной генерации в энергетическом переходе остается двойственным. Низкий углеродный след, управляемый характер выработки и высокая надежность повышают ее значение для глубокой декарбонизации. Одновременно развитие отрасли сдерживают высокая капиталоемкость, длительный цикл сооружения новых блоков, сложное лицензирование, чувствительность общества к вопросам безопасности, нерешенность проблемы обращения с отработавшим ядерным топливом и политизация цепочек поставок. Эта двойственность порождает теоретический вопрос: чем является атомная энергетика в условиях декарбонизации – временным «мостом» до достижения зрелости возобновляемых источников или постоянным элементом низкоуглеродного энергетического портфеля?

Степень разработанности темы характеризуется асимметрией. Атомную энергетику России чаще рассматривают либо как технологический сектор электроэнергетики, либо как инструмент внешней политики, и реже – как субъект мировой экономики, действующий в условиях глобального энергетического перехода. Вызовы и угрозы для отрасли нередко анализируются по отдельности, без единой классификации и без оценки условий, при которых вызов перерастает в угрозу. Этот пробел и определил замысел статьи.

Цель работы состоит в том, чтобы предложить концептуальное переосмысление места атомной энергетики в теории глобального энергетического перехода: уточнить содержание самой категории перехода и обосновать смену категориального статуса ядерной генерации, рассматривая ее как элемент мировой экономики, глобальных цепочек создания стоимости и геоэкономической конкуренции. Научная новизна связана с авторским определением глобального энергетического перехода, теоретическим обоснованием перехода атомной энергетики в категорию стратегического актива декарбонизации и интеграцией концепции технологической привязки с трехмерной моделью энергетической безопасности.

Материалы и методы

Документальную и эмпирическую основу статьи составили прогнозные и аналитические материалы международных организаций – Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Международного энергетического агентства (МЭА), Всемирной ядерной ассоциации (ВЯА), Агентства по ядерной энергии ОЭСР и Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), – акты Европейского союза в сфере устойчивого финансирования и Доктрина энергетической безопасности Российской Федерации 2019 года; теоретическую базу образуют работы по теории энергетических переходов, технологических инновационных систем, технико-экономических парадигм, многоуровневой перспективы и энергетической безопасности. Применены системный подход, сравнительный анализ, историко-логический метод

и классификация; трехмерная модель энергетической безопасности использована как аналитический инструмент, разграничивающий суверенитет, устойчивость и адаптивность отрасли.

Современное содержание концепции глобального энергетического перехода

Принято выделять четыре крупных энергетических перехода, каждый из которых преобразовал не только энергетическую базу, но и экономическую структуру общества. Первый (XVIII–XIX века) состоял в замещении биомассы ископаемым углем и совпал с промышленной революцией; по оценке В. Смила, на глобальном уровне он занял около семидесяти лет [21]. Второй (конец XIX – первая половина XX века) вывел на лидирующие позиции нефть, причиной чего, как показал Р. Фуке, стала не только более высокая энергоплотность топлива, но и расширение набора энергетических услуг [11]. Третий (вторая половина XX века) связан с ростом доли природного газа и началом промышленного использования ядерной энергии и отличался диверсификацией первичных источников [13].

Четвертый переход, разворачивающийся в настоящее время, качественно отличается от предшественников. Его движущей силой выступает целенаправленная политика декарбонизации, мотивированная климатической наукой и закрепленная международными обязательствами. Тремя предыдущими переходами управляли преимущественно рыночные процессы и технологические открытия, тогда как государственная политика их лишь сопровождала. Нынешний переход, напротив, представляет собой сознательно запущенный международным сообществом проект. Парижское соглашение 2015 года зафиксировало цель удержания глобального потепления значительно ниже двух градусов Цельсия и стремление ограничить его полутора градусами. Р. Фолкнер охарактеризовал архитектуру соглашения как новую логику международной климатической политики, отказавшуюся от модели юридически обязывающих количественных ограничений в пользу гибридного механизма добровольных национальных вкладов и международного надзора [10]. Для атомной энергетики такая логика двойственна: признание низкоуглеродного характера ядерной генерации открывает новые возможности, но обостряет конкуренцию за «зеленый» статус и доступ к инвестициям.

Вопрос о скорости переходов занимает в научной дискуссии центральное место и влияет на оценку перспектив атомной отрасли. Традиционный подход, представленный В. Смилом и А. Грублером, исходит из инерционности глобальной энергосистемы: электростанции, сети, трубопроводы и промышленные процессы обновляются десятилетиями, поэтому полное вытеснение ископаемого топлива в обозримой перспективе маловероятно [13; 21]. Б. Совакул выдвинул альтернативный тезис, показав на примерах ускоренных национальных и секторальных переходов, в частности, роста доли атомной генерации во Франции с 4 до 40 процентов за одно десятилетие, что при сильной политической воле и институциональной согласованности переход способен занять одно-три десятилетия [22]. А. Грублер, К. Уилсон и Г. Немет возразили, указав на методологическую несопоставимость секторальных и системных, национальных и глобальных данных [14]. Для целей настоящего исследования значимы оба подхода, так как инерционность глобальной системы означает, что у атомной отрасли сохраняется достаточный горизонт для технологической модернизации и перестройки экспортных стратегий, а опыт ускоренных переходов подтверждает, что политическая воля и институциональная координация способны компенсировать часть структурных ограничений.

Концептуальное осмысление переходов опирается на три теоретические концепции. Теория технологических инновационных систем (Б. Карлссон, Р. Стенкевиц) трактует технологию как сеть взаимодействующих участников в определенной институциональной среде, где способность к адаптации определяется не свойствами отдельных элементов, а качеством связей между наукой, промышленностью, регуляторами и образованием [4]. Концепция технико-экономических парадигм (К. Фримен, К. Перес) помещает энергопереход в контекст смены технологического уклада и объясняет логику перетока финансового капитала к новым технологиям [20]. Ф. Гилс, Й. Шот описывают переход как результат взаимодействия макросреды, устоявшегося режима и защищенных ниш, в которых вызревают радикальные инновации [12]. В совокупности эти подходы позволяют рассматривать энергопереход не как простую замену источника энергии, а как перестройку связей между технологиями, институтами, инвестициями, рынками и государственным регулированием.

Изложенное дает основание для авторского определения. Глобальный энергетический переход целесообразно понимать как мотивированную и координируемую трансформацию мировой энергетической системы, затрагивающую технологии генерации, инвестиционные потоки, модели потребления, международное регулирование и геоэкономические позиции государств. Это определение охватывает четыре взаимосвязанных фактора. Технологический фактор учитывает смену структуры генерации. Институциональный отражает закрепление перехода в международных соглашениях, национальных стратегиях, углеродном регулировании и таксономиях устойчивого финансирования. Инвестиционный фактор фиксирует изменение условий доступа к капиталу и критериев оценки энергетических проектов. Геоэкономический фактор связывает энергопереход с международным разделением труда, конкурентоспособностью национальных технологических комплексов и внешнеэкономическими позициями стран.

Определение «глобальный» в этом контексте отражает трансграничность процесса, при которой национальные стратегии все сильнее определяются международными обязательствами и рыночными сигналами; институциональную координацию, осуществляемую через Рамочную конвенцию ООН об изменении климата и специализированные международные агентства; взаимозависимость национальных решений, при которой отказ одной страны от атомной энергетики или, напротив, курс на утроение мощностей влияет на рынки и технологические цепочки в мировом масштабе. Именно геоэкономический фактор делает корректным анализ атомной энергетики как субъекта мировой экономики, а не только как отрасли электроэнергетики.

Атомная энергетика в сценариях глубокой декарбонизации

Место атомной энергетики в мировом энергобалансе во многом задается прогнозами международных организаций, формирующими ожидания правительств, инвесторов и отраслевого сообщества. Несмотря на различие мандатов, МАГАТЭ, МЭА и ВЯА сходятся в принципиальном выводе: достижение целей Парижского соглашения без расширения ядерной генерации труднореализуемо.

МАГАТЭ ежегодно публикует справочные оценки развития мировой атомной энергетики в консервативном и оптимистичном сценариях. В издании 2024 года при установленной мощности мировых атомных станций около 372 ГВт(э) консервативный сценарий предполагал рост до 514 ГВт(э) к 2050 году, а оптимистичный – до 950 ГВт(э), то есть увеличение примерно в 2,5 раза, причем почти четверть прироста обеспечивают малые модульные реакторы [15]. В издании 2025 года диапазон расширился до 561-992 ГВт(э). Последовательное повышение прогнозов отражает не столько пересмотр технико-экономических параметров, сколько усиление политической поддержки атомной энергетики.

МЭА, традиционно более сдержанное в оценках ядерной генерации, также пересмотрело позицию. В докладе 2022 года агентство выпустило специальное исследование по атомной энергетике и констатировало, что без нее глобальный энергопереход окажется более сложным и дорогостоящим [16]. В последующих сценариях нулевых нетто-выбросов прогноз мощностей последовательно повышался – от 812 ГВт(э) к 916 и далее к значениям, превышающим 1000 ГВт(э) к 2050 году. Агентство характеризует ядерную генерацию как незаменимый источник управляемой низкоуглеродной электроэнергии, необходимой для надежного энергоснабжения при росте доли переменных возобновляемых источников.

Всемирная ядерная ассоциация в рамках программы Harmony определила целевой ориентир – обеспечение четверти мировой электрогенерации за счет атомной энергетики к 2050 году, что предполагает сооружение порядка 1000 ГВт(э) новых мощностей [25]. Синтез сценариев, выполненный МАГАТЭ и Агентством по ядерной энергии на основе материалов МГЭИК, показывает, что в большинстве низкоуглеродных траекторий мощности ядерной генерации как минимум удваиваются к середине века, а среднее значение по сценариям, совместимым с целью полутора градусов, достигает порядка 1160 ГВт(э). Принципиально, что в большинстве сценариев атомная энергетика и возобновляемые источники выступают взаимодополняющими компонентами энергосистемы.

Конвергенция прогнозов значима с двух точек зрения. С одной стороны, она формирует инвестиционный сигнал, легитимирующий долгосрочные вложения. С другой – расхождение между амбициозными ориентирами и фактическими темпами строительства ставит вопрос о реалистичности сценариев: даже при максимальном за четверть века числе одновременно сооружаемых блоков их недостаточно для выхода на траекторию удвоения. Для России как одного из крупнейших экспортеров ядерных технологий это расхождение одновременно открывает возможность, связанную с неудовлетворенным спросом, и формирует вызов наращивания производственных мощностей в условиях внешних ограничений.

Прогнозы организаций опираются на массив академических исследований, в рамках которого сложились две полярные позиции. Пронуклеарный подход представлен работой П. А. Харечи и Дж. Э. Хансена,

которые количественно оценили вклад мировой атомной энергетики в предотвращение смертности от загрязнения воздуха и выбросов парниковых газов: по их расчетам, за 1971-2009 годы ядерная генерация предотвратила в среднем 1,84 миллиона смертей и выброс около 64 гигатонн эквивалента диоксида углерода [18]. Противоположную позицию последовательно отстаивает М. З. Якобсон, исключающий атомную энергетику из оптимального портфеля декарбонизации; в его модели предусмотрен полный перевод экономики 139 стран на энергию ветра, воды и солнца, а ядерная генерация отвергается по основаниям длительных сроков сооружения, высокой стоимости, рисков аварий и распространения [17]. Эта модель подверглась критике, так, К. Т. М. Клэк и соавторы выявили в ней методологические уязвимости, прежде всего нереалистичные допущения о возможностях хранения энергии и о работе электросети, и обосновали неизбежность технологически диверсифицированного подхода, включающего наряду с возобновляемыми источниками атомную энергетику; устойчивость декарбонизированной системы обеспечивается технологическим разнообразием [6].

Важным аргументом служит низкий углеродный след ядерной генерации на протяжении жизненного цикла. Гармонизация данных, выполненная Э. С. Уорнер и Г. А. Хитом, дала медианное значение около 12 граммов эквивалента диоксида углерода на киловатт-час, принятое МГЭИК в качестве референтного [24]. Это значение сопоставимо с наземной ветровой генерацией и существенно ниже показателей газовой и угольной. Тем самым количественные данные о жизненном цикле недвусмысленно относят атомную энергетику к низкоуглеродным технологиям.

Академическая дискуссия получила институциональное отражение в двух решениях 2022-2023 годов. Европейский союз включил ядерную генерацию в классификацию устойчивых видов деятельности в качестве переходной – при соблюдении строгих условий, в том числе наличия планов окончательного захоронения высокоактивных отходов [9]. Вторым событием стала представленная на COP28 декларация об утроении мощностей атомной энергетики к 2050 году, которая впервые на столь высоком уровне призвала международные финансовые институты включить ядерную энергетику в политику кредитования; само ее упоминание в итоговом документе конференции сторон стало беспрецедентным.

От «переходного топлива» к стратегическому активу декарбонизации

Совокупность рассмотренных данных позволяет перейти к центральному тезису. Категория «переходного топлива» предполагает временную роль источника, выполняющего функцию моста между ископаемым топливом и возобновляемыми источниками с последующим выбытием. Категория «стратегического актива» означает постоянное присутствие в оптимальном энергетическом портфеле, обусловленное уникальными системными свойствами. Обоснование перехода атомной энергетики из первой категории во вторую опирается на четыре аргумента.

Первый аргумент связан с поведением экономической ценности ядерной генерации по мере углубления декарбонизации. Л. Дуань, Р. Петроски, Л. Вуд и К. Колдейра смоделировали электроэнергетические системы 42 регионов мира методом оптимизации наименьшей стоимости и установили, что при сокращении выбросов более чем на 80 процентов атомная генерация становится конкурентоспособной или более дешевой по сравнению с солнечной и ветровой [8]. Зависимость оказывается нелинейной: при приближении к полной декарбонизации стоимость систем, опирающихся исключительно на возобновляемые источники, возрастает из-за необходимости огромных мощностей хранения, тогда как управляемая базовая генерация снимает это ограничение. Следовательно, по мере приближения к нулевым выбросам ценность ядерной генерации возрастает, а не убывает, что прямо противоречит логике «переходного топлива».

Второй аргумент касается системной комплементарности. Дж. Бистлайн и соавторы, сопоставив модели декарбонизированных энергосистем, показали, что атомная энергетика обеспечивает гарантированную безэмиссионную электроэнергию, дополняющую переменную возобновляемую генерацию, и что упрощенные модели систематически недооценивают ее системную ценность [3].

Третий аргумент связан с расширением функционального профиля атомной энергетики. Высокий коэффициент использования мощности и управляемый режим работы дают атомным станциям преимущества для непрерывного производства водорода электролизом, выработки промышленного тепла и опреснения, превращая станцию из поставщика электроэнергии в многофункциональную энергетическую систему. Отдельное направление образуют малые модульные реакторы, развитие которых характеризуют как смену парадигмы: пониженные удельные капитальные затраты, пассивные системы безопасности, заводское изготовление модулей и пригодность для распределенной генерации, энергоснабжения изолированных территорий и центров обработки данных. Малые реакторы частично утрачивают экономию масштаба крупных станций, но приобретают экономию серийного производства. Тем самым атомная энергетика выходит за пределы традиционной базовой электрогенерации.

Четвертый аргумент носит институциональный характер. Консенсус научного сообщества зафиксирован в Шестом оценочном докладе МГЭИК, где атомная энергетика отнесена к источникам, обеспечивающим декарбонизацию с чистой экономией затрат, и присутствует в оптимальном энергетическом портфеле в подавляющем большинстве сценариев, совместимых с целями Парижского соглашения, а ее мощности почти удваиваются к середине века [7]. При этом политическое признание отстает от научного и остается подверженным конъюнктуре, что само образует один из вызовов для отрасли.

Совокупность приведенных аргументов свидетельствует в пользу трактовки атомной энергетики как стратегического актива. Этот вывод имеет прямые следствия для стратегии адаптации. Если ядерная генерация является лишь переходным топливом, то рациональная стратегия сводится к максимизации краткосрочной отдачи до момента выбытия. Если же она представляет собой стратегический актив, то адаптация предполагает долгосрочное инвестирование в технологическое лидерство, диверсификацию функционального профиля и укрепление позиций на мировом рынке ядерных технологий. Применительно к российской атомной отрасли обоснованной оказывается вторая интерпретация.

Технологическая привязка и энергетическая безопасность мировой атомной отрасли

Анализ атомной энергетики как субъекта мировой экономики требует обращения к концепции технологической привязки, восходящей к работам У. Б. Артура о возрастающей отдаче и закреплении технологий под влиянием исторических событий [2]. Применительно к ядерной отрасли она приобретает особое значение, так как выбор технологии реактора формирует зависимость страны-заказчика от поставщика на горизонте всего жизненного цикла станции – от проектирования и сооружения до топливообеспечения, сервиса и обращения с отработавшим топливом. Такая привязка снижает адаптивность импортера, и одновременно повышает устойчивость поставок за счет долгосрочных контрактных отношений.

Это наблюдение целесообразно соединить с трехмерной моделью энергетической безопасности А. Черпа и Дж. Джуэлл, которые предложили рассматривать энергетическую безопасность как низкую уязвимость жизненно важных энергетических систем и выделили три измерения – суверенитет, устойчивость и адаптивность [5]. Технологическая привязка, порождаемая выбором реактора, снижает адаптивность энергосистемы, но повышает ее устойчивость. Суверенитет в атомной сфере определяется при этом обладанием технологическими компетенциями – обогащением, производством топлива, сооружением реакторов, сервисом и замыканием топливного цикла. Интеграция этих двух теоретических конструкций образует один из элементов научной новизны: страны, располагающие полным технологическим циклом, выступают для импортеров своего рода донорами суверенитета, одновременно формируя их зависимость от себя.

Из этого следует вывод о том, что ядерный экспорт функционирует как инструмент долгосрочного влияния, поскольку государство, способное финансировать, сооружать, обслуживать и обеспечивать топливом зарубежные станции, получает устойчивое присутствие на внешних рынках на десятилетия; исследователи российской ядерной дипломатии отмечают, что именно комплексный характер предложения превращает атомные проекты в канал экономических и политических связей [23]. Высокая концентрация мощностей по обогащению урана и сооружению реакторов формирует структурные уязвимости глобальной энергетической безопасности, а выбор технологического поставщика становится для импортера стратегическим решением, определяющим конфигурацию зависимости на длительный срок.

Систематизация вызовов и угроз: особенности авторского подхода

Двойственное положение атомной энергетики означает, что возникающие перед ней вызовы нельзя свести ни к конкуренции с возобновляемыми источниками, ни к проблеме общественного восприятия, ни к санкционному давлению на отдельных поставщиков; они действуют совместно и потому требуют классификации. Предлагаемый подход опирается на три методологических основания: закрепленное в Доктрине энергетической безопасности Российской Федерации различение категорий

«вызов», «угроза» и «риск», при котором один и тот же фактор имеет разный статус в разных странах [1]; трехмерную модель энергетической безопасности, связывающую каждый фактор с суверенитетом, устойчивостью или адаптивностью [5]; теорию технологических инновационных систем, в рамках которой Й. Маркард и соавторы показали, что будущее ядерной энергетики не описывается дихотомией «упадок – возрождение» [19]. На этих основаниях выделяются шесть групп факторов – экономические, технологические, регуляторные, геополитические, рыночно-конкурентные (связанные с развитием возобновляемых источников) и социально-экологические; каждая оценивается по единой логике, охватывающей содержание вызова, условия его обострения, наиболее чувствительные страны, измерение энергетической безопасности и значение для России.

Систематизация показывает, что различие между вызовом и угрозой определяется не названием фактора, а условиями его обострения, и что шесть групп действуют через каскадные связи: ужесточение регулирования увеличивает сроки и стоимость, рост стоимости снижает инвестиционную привлекательность, сокращение строительства ослабляет компетенции, а их утрата вновь повышает сроки и стоимость. Каскадная природа превращает адаптацию в системную задачу. Поскольку чувствительность стран к этим факторам различна, атомная энергетика входит не в фазу общего «ренессанса» и не в фазу общего «упадка», а в фазу асимметричной адаптации, конкурентные позиции в которой зависят от способности удерживать технологический суверенитет, обеспечивать устойчивость действующего парка и перестраивать институциональные модели.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сформулировать ряд выводов. Во-первых, глобальный энергетический переход следует трактовать не как замещение одних первичных источников энергии другими, а как институционально управляемую трансформацию мировой энергетики, охватывающую технологическое, институциональное, инвестиционное и геоэкономическое измерения. Такая трактовка переводит анализ атомной энергетики из плоскости отраслевой электроэнергетики в плоскость мировой экономики и позволяет рассматривать отрасль как инструмент сохранения присутствия страны на мировых энергетических рынках в условиях постепенного снижения роли углеводородной модели экспорта.

Во-вторых, атомная энергетика в условиях глубокой декарбонизации переходит из категории временного «переходного топлива» в категорию стратегического актива. Этот вывод опирается на возрастающую экономическую ценность управляемой низкоуглеродной мощности по мере приближения к нулевым выбросам, на системную комплементарность ядерной и возобновляемой генерации, на расширение функционального профиля отрасли и на консенсус, зафиксированный в оценочных докладах МГЭИК.

В-третьих, интеграция концепции технологической привязки с трехмерной моделью энергетической безопасности позволяет переопределить понятие суверенитета в атомной сфере: он определяется обладанием технологическими компетенциями полного цикла. Страны, располагающие таким циклом, формируют долгосрочные зависимости стран-импортеров и приобретают устойчивое геоэкономическое влияние.

В-четвертых, вызовы и угрозы энергетического перехода образуют для атомной энергетики взаимосвязанную, каскадно действующую систему, а не совокупность отдельных проблем; следствием их различной остроты в разных странах становится режим асимметричной адаптации мировой атомной отрасли.

Полученные результаты имеют прежде всего теоретическое значение и создают концептуальную основу для последующего анализа мирового рынка атомной энергетики и позиций России на нем. Если атомная энергетика является стратегическим активом, а суверенитет в ней определяется технологическими компетенциями, то долгосрочная конкурентоспособность национальной отрасли зависит от способности к системной адаптации в условиях фрагментации мирового ядерного рынка.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 13 мая 2019 г. № 216 «Об утверждении Доктрины энергетической безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201905140010 (дата обращения: 15.05.2026).
2. Arthur W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events // The Economic Journal. 1989. Vol. 99, no. 394. P. 116–131.
3. Bistline J., Bragg-Sitton S., Cole W. [et al.]. Modeling nuclear energy's future role in decarbonized energy systems // iScience. 2023. Vol. 26, no. 2. Art. 105952.
4. Carlsson B., Stankiewicz R. On the nature, function and composition of technological systems // Journal of Evolutionary Economics. 1991. Vol. 1, no. 2. P. 93–118.
5. Cherp A., Jewell J. The concept of energy security: Beyond the four As // Energy Policy. 2014. Vol. 75. P. 415–421.
6. Clack C. T. M., Qvist S. A., Apt J. [et al.]. Evaluation of a proposal for reliable low-cost grid power with 100% wind, water, and solar // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017. Vol. 114, no. 26. P. 6722–6727.
7. Clarke L., Wei Y.-M., de la Vega Navarro A. [et al.]. Energy Systems // Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2022.
8. Duan L., Petroski R., Wood L., Caldeira K. Stylized least-cost analysis of flexible nuclear power in deeply decarbonized electricity systems considering wind and solar resources worldwide // Nature Energy. 2022. Vol. 7, no. 3. P. 260–269.
9. European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1214 of 9 March 2022 amending Delegated Regulation (EU) 2021/2139 // Official Journal of the European Union. 2022. OJ L 188. 15 July.
10. Falkner R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics // International Affairs. 2016. Vol. 92, no. 5. P. 1107–1125.
11. Fouquet R. Heat, Power and Light: Revolutions in Energy Services. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2008. 470 p.
12. Geels F. W., Schot J. Typology of sociotechnical transition pathways // Research Policy. 2007. Vol. 36, no. 3. P. 399–417.
13. Grubler A. Energy transitions research: Insights and cautionary tales // Energy Policy. 2012. Vol. 50. P. 8–16.
14. Grubler A., Wilson C., Nemet G. Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions // Energy Research & Social Science. 2016. Vol. 22. P. 18–25.
15. International Atomic Energy Agency. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. 44th ed. Vienna: IAEA, 2024. (Reference Data Series; No. 1). 137 p.
16. International Energy Agency. Nuclear Power and Secure Energy Transitions: From Today's Challenges to Tomorrow's Clean Energy Systems. Paris: IEA, 2022.
17. Jacobson M. Z., Delucchi M. A., Bauer Z. A. F. [et al.]. 100% clean and renewable wind, water, and sunlight all-sector energy roadmaps for 139 countries of the world // Joule. 2017. Vol. 1, no. 1. P. 108–121.
18. Kharecha P. A., Hansen J. E. Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power // Environmental Science & Technology. 2013. Vol. 47, no. 9. P. 4889–4895.
19. Markard J., Bento N., Kittner N., Nuñez-Jimenez A. Destined for decline? Examining nuclear energy from a technological innovation systems perspective // Energy Research & Social Science. 2020. Vol. 67. Art. 101512.
20. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2002. 198 p.

Nuclear Power in the Concept of the Global Energy Transition: From a "Transitional Fuel" to a Strategic Asset of Decarbonization

Omarov J.C.

Moscow State Institute of International Relations (University) RUSSIAN Foreign Ministry

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article reconsiders the place of nuclear power within the theory of the global energy transition. The author argues that the contemporary energy transition should be understood not as the replacement of one set of primary energy sources by another, but as an institutionally governed transformation of the world energy system that spans four interrelated dimensions – technological, institutional, investment-related and geoeconomic. Drawing on the projections of international organizations, the academic debate on the role of nuclear generation in decarbonization, and decisions in the field of sustainable finance, the paper shows that nuclear power is moving from the category of a temporary "transitional fuel" to that of a strategic asset of long-term decarbonization. The systemic value of nuclear generation is determined not only by its low carbon footprint but also by its capacity to provide dispatchable low-carbon power, to sustain the reliability of the power system and to deliver new energy services. The study proposes an integration of the concept of technological lock-in with the three-dimensional model of energy security, which makes it possible to treat sovereignty in the nuclear domain as the possession of technological competencies rather than as access to natural uranium. The findings provide a theoretical basis for analysing the adaptation of the Russian nuclear industry as a subject of the world economy.

Keywords: global energy transition, nuclear power, decarbonization, energy security, technological lock-in, strategic asset, world economy, low-carbon generation.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation dated May 13, 2019 No. 216 "On Approval of the Doctrine of Energy Security of the Russian Federation" [Electronic resource].

URL: https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201905140010 (accessed: 05/15/2026).
2. Arthur W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events // The Economic Journal. 1989. Vol. 99, No. 394. P. 116-131.
3. Bistline J., Bragg-Sitton S., Cole W. [et al.]. Modeling nuclear energy's future role in decarbonized energy systems // iScience. 2023. Vol. 26, no. 2. Art. 105952.
4. Carlsson B., Stankiewicz R. On the nature, function and composition of technological systems // Journal of Evolutionary Economics. 1991. Vol. 1, no. 2. P. 93–118.
5. Cherp A., Jewell J. The concept of energy security: Beyond the four As // Energy Policy. 2014. Vol. 75. P. 415–421.
6. Clack C. T. M., Qvist S. A., Apt J. [et al.]. Evaluation of a proposal for reliable low-cost grid power with 100% wind, water, and solar // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017. Vol. 114, no. 26. P. 6722–6727.
7. Clarke L., Wei Y.-M., de la Vega Navarro A. [et al.]. Energy Systems // Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2022.
8. Duan L., Petroski R., Wood L., Caldeira K. Stylized least-cost analysis of flexible nuclear power in deeply decarbonized electricity systems considering wind and solar resources worldwide // Nature Energy. 2022. Vol. 7, no. 3. P. 260–269.
9. European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) 2022/1214 of 9 March 2022 amending Delegated Regulation (EU) 2021/2139 // Official Journal of the European Union. 2022. OJ L 188. 15 July.
10. Falkner R. The Paris Agreement and the new logic of international climate politics // International Affairs. 2016. Vol. 92, no. 5. P. 1107–1125.
11. Fouquet R. Heat, Power and Light: Revolutions in Energy Services. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2008. 470 p.
12. Geels F. W., Schot J. Typology of sociotechnical transition pathways // Research Policy. 2007. Vol. 36, no. 3. P. 399–417.
13. Grubler A. Energy transitions research: Insights and cautionary tales // Energy Policy. 2012. Vol. 50. P. 8–16.
14. Grubler A., Wilson C., Nemet G. Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions // Energy Research & Social Science. 2016. Vol. 22. P. 18–25.
15. International Atomic Energy Agency. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. 44th ed. Vienna: IAEA, 2024. (Reference Data Series; No. 1). 137 p.
16. International Energy Agency. Nuclear Power and Secure Energy Transitions: From Today's Challenges to Tomorrow's Clean Energy Systems. Paris: IEA, 2022.
17. Jacobson M. Z., Delucchi M. A., Bauer Z. A. F. [et al.]. 100% clean and renewable wind, water, and sunlight all-sector energy roadmaps for 139 countries of the world // Joule. 2017. Vol. 1, no. 1. P. 108–121.
18. Kharecha P. A., Hansen J. E. Prevented mortality and greenhouse gas emissions from historical and projected nuclear power // Environmental Science & Technology. 2013. Vol. 47, no. 9. P. 4889–4895.
19. Markard J., Bento N., Kittner N., Nuñez-Jimenez A. Destined for decline? Examining nuclear energy from a technological innovation systems perspective // Energy Research & Social Science. 2020. Vol. 67. Art. 101512.
20. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2002. 198 p.

Асимметричная адаптация мировой атомной энергетики и позиции России на глобальном рынке ядерных технологий

Омаров Джамалуддин Чупалавович
аспирант кафедры МИЭП, Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД РФ, o.jama@yandex.ru

В статье на эмпирическом материале анализируются состояние и тенденции развития мирового рынка атомной энергетики в XXI веке и позиции России на нем. Показано, что отрасль сочетает рекордную абсолютную выработку с сокращением относительной доли в мировой генерации, а центр нового строительства переместился из Северной Америки и Западной Европы в Азиатско-Тихоокеанский регион. Обосновано, что в условиях глобального энергетического перехода формируется режим асимметричной адаптации: одни страны утрачивают компетенции серийного строительства, Китай концентрируется на внутреннем рынке, а Россия поддерживает экспортно-технологическую модель полного жизненного цикла. Выявлено формирование дуополии нового ядерного рынка с функциональным разделением труда между Китаем и Россией. Аргументировано, что конкурентоспособность в отрасли все меньше определяется характеристиками реакторов и все больше — институциональной средой, что подтверждается межстрановыми различиями нормированной стоимости электроэнергии и «эффектом порядка загрузки». Устойчивость российской модели связывается не с ценовым фактором, а с комплексным характером предложения. Сделан вывод о нахождении отрасли в точке бифуркации, дальнейшая траектория которой определяется адаптивностью институтов.

Ключевые слова: мировая атомная энергетика, асимметричная адаптация, глобальный рынок ядерных технологий, «Росатом», конкурентоспособность, нормированная стоимость электроэнергии, эффект порядка загрузки, технологический суверенитет, Россия.

Введение

Глобальный энергетический переход сопровождается перестройкой не только структуры генерации, но и мирового рынка ядерных технологий: меняются география строительства, условия доступа к капиталу и расстановка сил между поставщиками. Для России, исторически удерживающей сильные позиции в мировой энергетике, атомная отрасль выступает одним из немногих секторов, позволяющих сохранять присутствие на мировых рынках за счет технологий, инженерных компетенций и долгосрочных экспортных проектов. Поэтому анализ состояния мирового атомного рынка и места России на нем имеет важное значение для оценки внешнеэкономических перспектив.

Концептуальной предпосылкой исследования служит положение о том, что атомная энергетика в условиях глубокой декарбонизации является не временным «переходным топливом», а стратегическим активом, а суверенитет в этой сфере определяется не доступом к природному урану, а обладанием технологическими компетенциями полного цикла. На этом основании цель статьи состоит в том, чтобы на эмпирическом материале оценить состояние и тенденции мирового рынка атомной энергетики в XXI веке, обосновать формирование режима асимметричной адаптации и проанализировать позиции России. Научная новизна связана с обоснованием асимметричной адаптации и дуополии нового ядерного рынка, с выводом об институциональной, а не технологической природе конкурентоспособности и с трактовкой устойчивости российской модели через комплексный характер предложения.

Материалы и методы

Информационную базу составили статистические и аналитические материалы МАГАТЭ, Международного энергетического агентства и Всемирной ядерной ассоциации, доклады World Nuclear Industry Status Report, оценки нормированной стоимости электроэнергии инвестиционного банка Lazard и исследовательских организаций, корпоративная отчетность

«Росатома», отчет компании «Электриситэ де Франс» о маневрировании атомной генерации, а также научная литература по экономике атомных проектов и геоэкономике ядерных рынков. Применены статистический и сравнительный анализ, анализ конкретных проектов и корпоративных и стратегических документов, что позволило сопоставить траектории развития отрасли в разных странах и оценить положение России.

Мировой рынок атомной энергетики в XXI веке: между «ренессансом» и стагнацией

Развитие мировой атомной энергетики в XXI веке определяют две разнонаправленные тенденции. С одной стороны, отрасли предрекали

«ядерный ренессанс» — массовое распространение более безопасных и экономичных реакторов нового поколения [26]. С другой стороны, ее относительные масштабы сокращались: если в середине 1990-х годов атомные станции обеспечивали около 17,5 процента мирового производства электроэнергии, то к 2024 году их доля снизилась примерно до 9 процентов [14]. Перелом во многом связан с аварией на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году, после которой многие страны ужесточили требования безопасности и пересмотрели национальную политику.

При этом абсолютные показатели отрасли остаются значительными. За период с 2005 по 2024 год в мире было введено 104 энергоблока, однако примерно столько же (101) было остановлено, что фактически дало нулевой прирост мощностей [25]. В 2024 году достигнут исторический максимум выработки — 2667 ТВт·ч, превысивший прежний рекорд 2006 года; по данным МАГАТЭ, на начало 2025 года эксплуатировалось 417 реакторов суммарной мощностью 377 ГВт, и еще 62 блока находились в стадии сооружения [14]. Таким образом, и выработка, и строительство демонстрируют положительную, но неустойчивую динамику.

Существенно изменилась и география отрасли. В начале века на «большую пятерку» производителей — США, Францию, Китай, Россию и Республику Корея — приходилось около 70 процентов мировой атомной генерации [21]. К середине 2020-х годов центр нового строительства окончательно переместился из Северной Америки и Западной Европы в Азиатско-Тихоокеанский регион. На конец 2024 года в мире сооружалось от 63 до 65 блоков, и абсолютное большинство из них приходилось на Китай, Россию и Индию. Китай демонстрирует наименьшие сроки сооружения: блок

«Чжанчжоу-1» был подключен к сети через 61 месяц, тогда как средний срок для подключенных в 2024 году блоков составил 114 месяцев, а французский «Фламанвиль-3» сооружался 204 месяца [25].

Лидерство Китая опирается на последовательную промышленную политику. В стране сооружается порядка 46 блоков суммарной мощностью около 55 ГВт, а число действующих реакторов превысило французское; Международное энергетическое агентство прогнозирует, что к 2030 году Китай обойдет США и Европейский союз по установленной атомной мощности [19]. Стоимость сооружения реакторов в Китае примерно вдвое ниже западной, а страна лидирует и в освоении новых технологий, например, введен первый высокотемпературный газоохлаждаемый реактор поколения IV, а ввод малого модульного реактора «Линлун-1» намечен на 2026 год.

Иная ситуация складывается в западных странах, где наблюдаются стагнация и старение парка притом, что средний возраст реактора в мире составляет около 37 лет, а две трети мощностей эксплуатируются более 30 лет [14].

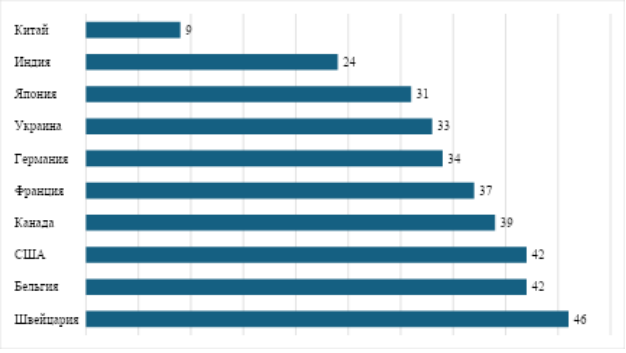


Рисунок 1 – Средний возраст ядерных реакторов АЭС стран мира, лет
Источник: Новый энергетический кризис становится дополнительным импульсом к развитию атомной энергетики. Институт изучения мировых рынков [Электронный ресурс]. URL: https://worldmarketstudies.ru/article/novyj-energeticeskij-krizis-stanovitsa-dopolnitelnym-impulsom-k-razvitiu-atomnoj-energetiki/ (дата обращения: 19.03.2026).

В США положение усугубляется преждевременными закрытиями станций под давлением конкуренции [8], а новые крупные блоки на американском континенте не сооружаются. Инвестиции в отрасль в 2023 году достигли 65 млрд долларов (вдвое больше, чем десятилетием ранее), из которых 42 млрд пришлись на новое строительство и 25 млрд — на продление сроков службы; по оценке МАГАТЭ, для реализации оптимистичного сценария к 2050 году они должны возрасти до 125 млрд долларов в год [14]. Одновременно растет число новых участников, так, Индия планирует достичь 100 ГВт к 2047 году и допускает к отрасли частный и иностранный капитал, а интерес к ядерной генерации проявляют страны АСЕАН.

Меняется и структура финансирования отрасли. Если прежде атомные проекты опирались преимущественно на государственные средства и балансы крупных энергокомпаний, то в 2020-е годы все активнее используются инструменты устойчивого финансирования. Так, французская компания «Электриситэ де Франс» в 2022-2024 годах привлекла около 4 млрд евро через «зеленые» облигации и порядка 7 млрд евро в форме «зеленых» кредитов [2]. Появление таких механизмов связано с институциональным признанием ядерной генерации в качестве низкоуглеродной и свидетельствует о постепенном снятии финансовых барьеров, исторически сдерживавших отрасль.

Асимметричная адаптация и дуополия нового ядерного рынка

Сопоставление траекторий ведущих стран показывает, что атомная энергетика не переживает ни универсального «ренессанса», ни универсального упадка: формируется режим асимметричной адаптации. США, Великобритания и часть стран Западной Европы сталкиваются с высокими капитальными затратами, утратой компетенций, задержками и перерасходами [8]. Китай концентрируется на масштабном внутреннем строительстве и накоплении промышленного опыта. Республика Корея удерживает позиции за счет экспортной дисциплины и инженерной школы. Россия занимает нишу экспортного поставщика полного жизненного цикла атомного проекта.

Эту асимметрию подтверждает наблюдение из доклада World Nuclear Industry Status Report: «Китай строит у себя, Россия строит за рубежом». За 2020-2024 годы из 40 сооружавшихся блоков 26 пришлись на Китай, один — на Пакистан (силами китайских компаний), а остальные 13 реализовывали российские компании в Египте, Индии, Турции и России [25]. На рынке новых ядерных технологий сложилась дуополия с функциональным разделением труда: Китай делает ставку на ускоренное внутреннее строительство и постепенный выход на внешние рынки с собственными реакторами, тогда как Россия закрепилась как глобальный экспортный лидер, предлагающий комплексные контракты полного жизненного цикла — от сооружения до топливообеспечения, сервиса, подготовки кадров и обращения с отработавшим топливом. Контрастом служит положение западных стран. В США энергоблоки нередко закрываются досрочно по экономическим причинам, не выдерживая конкуренции с дешевым газом и субсидируемыми возобновляемыми источниками, причем останавливаются и технически исправные станции, способные работать еще десятилетия. В Западной Европе крупные новые проекты сопровождаются многократным превышением сроков и бюджетов, что подрывает доверие инвесторов и ускоряет отток компетенций [10]. В результате технологическое лидерство, исторически принадлежавшее этим странам, постепенно переходит к новым центрам, способным сооружать станции серийно и в срок.

Асимметрия имеет не только отраслевой, но и экономический смысл. По мере перемещения центра нового строительства в Азию, на Ближний Восток и в страны Глобального Юга технологическое влияние перераспределяется. Государства, способные сооружать, финансировать, обслуживать и обеспечивать топливом атомные станции, получают долговременное присутствие на внешних рынках, тогда как страны, утратившие компетенции, попадают в зависимость от внешних поставщиков даже при сохранении действующего парка. Меняется и сам формат сотрудничества: классические EPC-контракты уступают место механизмам технологической интеграции, локализации и совместного развития инфраструктуры.

Институциональная природа конкурентоспособности: издержки, рынок и эффект порядка загрузки

В эпоху энергетического перехода критерии оценки атомных проектов сместились. Если в XX веке отрасль конкурировала преимущественно по нормированной стоимости электроэнергии, то теперь на первый план вышли стоимость капитала и сроки сооружения. При этом сам показатель нормированной стоимости для новых станций резко различается по странам. По данным, обобщенным Всемирной ядерной ассоциацией, он составляет 56,6 доллара за МВт·ч в России и 67,2 — в Республике Корея, но достигает 96,9 во Франции, 98,6 в США, 112,1 в Японии и 146,1 в Словакии [11]. Различие объясняется институциональной средой: там, где сохраняются серийность, единый заказчик и долгосрочное планирование, издержки ниже, а там, где новые блоки сооружаются нерегулярно, цепочки подрядов распадаются и каждый проект становится уникальным экспериментом [10].

Таблица 1
Прогнозные значения нормированной стоимости электроэнергии новых АЭС по странам в 2025 г., долл./МВт·ч

Страна	Нормированная стоимость
Россия	56,6
Республика Корея	67,2
Китай	82,1
Индия	83,9
Франция	96,9
США	98,6
Япония	112,1
Словакия	146,1

Источник: составлено по данным Всемирной ядерной ассоциации [11].

Таблица 2
Значения нормированной стоимости электроэнергии по способам генерации в 2025 г., долл./МВт·ч

Способ генерации	Минимум	Максимум
Солнечная энергетика	38	78
Способ генерации	**Минимум**	**Максимум**
Ветроэнергетика	37	86
Геотермальная энергетика	66	109
Угольная генерация	71	173
Газовая генерация	149	251

Источник: составлено по данным инвестиционного банка Lazard [15].

Одновременно возобновляемые источники стремительно дешевеют. По оценкам инвестиционного банка Lazard, диапазон нормированной стоимости для промышленной солнечной генерации составляет 38-78, а для ветровой — 37-86 долларов за МВт·ч, то есть даже верхняя граница их стоимости ниже нижней границы стоимости атомной энергии [15].

Однако эти расчеты не учитывают системные затраты на интеграцию прерывистой генерации — накопители, резервные мощности и развитие сетей, поэтому при прямом сопоставлении недооценивается полная стоимость возобновляемых источников для энергосистемы.

Ключевым параметром экономики атомного проекта становится средневзвешенная стоимость капитала. При длительном строительстве и значительных первоначальных вложениях даже умеренное повышение ставки дисконтирования увеличивает итоговую стоимость электроэнергии, тогда как для возобновляемых источников с коротким инвестиционным циклом этот фактор менее критичен. Поэтому решающее значение приобретают не инженерные характеристики реактора, а доступ к дешевому долгосрочному финансированию и государственные гарантии, снижающие риски для инвесторов; конкуренция все больше переходит из технологической плоскости в институциональную.

На рынке капитала для атомной энергетики складывается двойной негативный эффект. Во-первых, следуя принципам устойчивого финансирования, инвесторы все чаще относят проекты с длительным циклом сооружения к проблемным активам. Во-вторых, конкуренцию за капитал выигрывают проекты с коротким циклом: солнечная станция вводится за 12-18 месяцев, газовая — за 2-3 года, тогда как атомная требует 5-10 лет, а дисконтирование отдаленных денежных потоков снижает их привлекательность. К этому добавляется «эффект порядка загрузки», концептуально описанный еще в 1976 году [12]: возобновляемые источники с околонулевыми предельными издержками вытесняют атомные станции из ценового ядра оптового рынка.

Последствия этого эффекта иллюстрирует опыт французской компании «Электриситэ де Франс»: согласно ее отчету, объемы «маневрирования» атомной генерации во Франции удвоились в 2019-2024 годах, достигнув 31 ТВт·ч, причем 13 ТВт·ч пришлись исключительно на отсутствие сбыта [16]. При фиксированных тарифах для возобновляемых источников нарушается привычный порядок загрузки на спотовом рынке, а цены временами опускаются ниже нуля [20]. Отсюда следует вывод: чтобы удержать атомную энергетику в низкоуглеродном балансе, требуются не столько технологические, сколько институциональные изменения — реформа ценообразования, оплата системных услуг и долгосрочные контракты.

Осознание этой проблемы отражается в дискуссии о реформе рынка. Всемирная ядерная ассоциация указывает, что действующие правила оптовых рынков недостаточно учитывают ценность управляемой мощности и системных услуг, а во Франции обсуждаются меры по расширению спроса на электроэнергию, оплате услуг по поддержанию устойчивости сети и более равномерному вводу возобновляемых источников [11]. Эти предложения подтверждают, что барьеры для атомной энергетики все чаще носят рыночно-институциональный, а не технический характер.

Технологически атомная энергетика способна частично приспособиться к новым условиям рынка. Долгое время атомные станции рассматривались исключительно как источник базовой нагрузки, однако современные системы регулирования позволяют им работать в режиме следования за нагрузкой: по данным МАГАТЭ, отдельные станции в США изменяют мощность в диапазоне 10-15 процентов, компенсируя суточные колебания спроса и непостоянство возобновляемой генерации [17]. Тем не менее частые маневрирования повышают износ оборудования и эксплуатационные издержки, поэтому техническая гибкость не отменяет потребности в институциональных решениях.

Этот вывод подтверждается тем, что устойчивые позиции отрасли обеспечиваются мерами государственной поддержки: производственными налоговыми кредитами и гарантиями по займам в США, механизмом «контракта на разницу цен» для британского проекта Hinkley Point C, а также углеродным регулированием, повышающим относительную конкурентоспособность низкоуглеродной генерации [22]. В Европейском союзе атомная энергетика получила статус «переходной» деятельности, что расширило ей доступ к финансированию [9]. Технологическим ответом на проблему совместимости с возобновляемыми источниками становятся гибридные ядерно-возобновляемые системы: атомная станция служит опорным элементом, обеспечивая базовую мощность и инерцию сети, а избыточную энергию операторы направляют на производство водорода или тепла. Как установили С. М. Нассар и соавторы, такие системы эффективнее вариантов на ископаемом топливе по потерям мощности, стоимости жизненного цикла и выбросам [18]; по оценке Ф. Сохайла и соавторов, сочетание высокотемпературных реакторов с концентраторами солнечной энергии дает до 130 тонн водорода в сутки [24].

Позиции России на мировом рынке ядерных технологий

Россия, представленная государственной корпорацией «Росатом», занимает на этом рынке особое положение, демонстрируя не только устойчивость к внешним шокам, но и расширение присутствия. Во внутреннем контуре эксплуатируется 39 энергоблоков суммарной мощностью 28,5 ГВт, обеспечивающих около 19 процентов производства электроэнергии в стране, а совокупная доля низкоуглеродной генерации достигает 40 процентов [1]. На внешнем рынке корпорация удерживает первое место в мире: ее портфель включает 41 энергоблок в 11 странах, а доля в сегменте зарубежного сооружения атомных станций, по корпоративной отчетности, составляет беспрецедентные 88 процентов; совокупная стоимость портфеля превысила 200 млрд долларов, а доходы от зарубежных проектов выросли примерно на 10 процентов, до 18 млрд долларов [3; 5; 13].

Крупнейшим проектом является египетская АЭС «Эль-Дабаа» — четыре блока стоимостью 30 млрд долларов, из которых 25 млрд предоставлены в виде российского государственного кредита [13]. Россия продолжает сооружение АЭС «Аккую» в Турции, АЭС «Руппур» в Бангладеш и проектов в Индии; на китайской станции «Тяньвань» уже эксплуатируются четыре блока российского дизайна, а блоки 7 и 8 находятся в стадии сооружения, продолжается работа на АЭС «Бушер» в Иране и «Островец» в Белоруссии. Кроме того, корпорация расширяет присутствие в Африке, так, в 2025 году подписаны меморандумы о сотрудничестве с Нигером, Буркина-Фасо и Мали, причем Нигер, обладающий запасами урана, переориентируется с прежнего экспорта во Францию на сотрудничество с Россией.

Помимо сооружения станций, Россия занимает прочные позиции в ядерном топливном цикле, контролируя около 17 процентов мирового рынка топлива — сопоставимо с конкурентами Westinghouse и Framatome — и предоставляя услуги по обогащению урана [6]. Зависимость от российского обогащенного урана сохраняется даже у стран, вводящих ограничения, например, США законодательно запретили его импорт, но выдали разрешения на закупки до 2028 года, и в 2024 году Россия по-прежнему обеспечивала около 25 процентов поставок обогащенного урана для американских станций [7]. Европейский союз санкций против «Росатома» не вводил: ключевую роль сыграла позиция Венгрии, реализующей с корпорацией проект расширения АЭС «Пакш-2» стоимостью 12,5 млрд евро. В то же время финский проект «Ханхикиви-1» был расторгнут, и «Росатом» инициировал арбитражное разбирательство о компенсации убытков.

Под санкционным давлением «Росатом» сохранил конкурентоспособность за счет перестройки модели выхода на рынки: вместо классических EPC-контрактов корпорация сделала упор на передачу технологий и локализацию производства, что особенно заметно в сотрудничестве со странами, не присоединившимися к санкциям. Научная новизна этого наблюдения состоит в том, что устойчивость российской модели определяется не столько ценовыми факторами, сколько комплексным характером предложения: зарубежному партнеру передается не отдельная технология, а целостная система организации отрасли, включающая нормативную базу, подготовку кадров, эксплуатационную культуру и долгосрочное сервисное сопровождение. Подобная глубокая интеграция делает отказ от сотрудничества экономически и технологически невыгодным для стран, не имеющих развитой собственной атомной инфраструктуры.

Адаптируясь, «Росатом» вышел за пределы классического сооружения станций. Корпорация укрепила позиции в урановой цепочке поставок, в том числе передав китайским партнерам долю в казахстанских совместных предприятиях, и развивает направления за рамками генерации: она управляет атомным ледокольным флотом и обеспечила рост грузоперевозок по Северному морскому пути до 37,9 млн тонн в 2024 году [3]. Благодаря такой диверсификации снижается зависимость от какого-либо одного рынка, а атомная отрасль встраивается в более широкую систему транспортных и сырьевых интересов страны.

Устойчивость позиций России и риски долгосрочного лидерства

Вместе с тем долгосрочное лидерство России не является гарантированным. Китай наращивает не только внутренние мощности (до 110 ГВт к 2030 году), но и экспорт собственных реакторов Hualong One, уже сооруженных в Пакистане и планируемых в Аргентине. Республика Корея после успешного проекта на АЭС «Барака» в Объединенных Арабских Эмиратах выиграла тендер в Чехии. Европейский союз, признав сворачивание собственной атомной энергетики стратегической ошибкой, инициирует программы восстановления компетенций и объявил о создании гарантийного фонда для привлечения инвестиций в инновационные ядерные технологии. Европейская комиссия запустила промышленный альянс по малым модульным реакторам, рассматривая их как способ ускоренного восстановления отрасли, а отдельные государства-

члены, ранее планировавшие отказ от атомной энергетики, пересматривают свою политику. В этих условиях сохранение позиций требует от России освоения новых ниш — плавучих атомных станций, высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, замкнутого топливного цикла и интеграции атомных и возобновляемых источников в гибридные системы.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сформулировать ряд выводов. Мировая атомная энергетика в XXI веке сочетает рекордную абсолютную выработку с сокращением относительной доли в генерации и развивается асимметрично: центр нового строительства переместился в Азиатско-Тихоокеанский регион, тогда как традиционные рынки переживают стагнацию и утрачивают компетенции.

Вместо универсального «ренессанса» или упадка формируется режим асимметричной адаптации, в рамках которого сложилась дуополия нового ядерного рынка с функциональным разделением труда: Китай сооружает преимущественно внутри страны, Россия — за рубежом, предлагая контракты полного жизненного цикла.

Конкурентные преимущества в отрасли все меньше определяются характеристиками реакторов и все больше институциональной средой, а именно преемственностью политики, предсказуемостью регулирования и способностью мобилизовать долгосрочный капитал. Это подтверждается как межстрановыми различиями нормированной стоимости электроэнергии, так и «эффектом порядка загрузки», для нейтрализации которого требуются институциональные, а не технологические решения.

Устойчивость российской позиции обеспечивается комплексным предложением полного жизненного цикла, формирующим долгосрочную технологическую зависимость стран-партнеров. При этом лидерство не гарантировано, на данный момент отрасль находится в точке бифуркации, и ее дальнейшая траектория будет определяться способностью институтов адаптироваться к новым экономическим и геополитическим условиям.

Полученные результаты подтверждают концепцию асимметричной адаптации и показывают, что ключевым измерением конкурентоспособности российской атомной отрасли становится не технологический суверенитет, сохраняющийся на высоком уровне, а скорее адаптивность, то есть способность отрасли перестраивать финансовые, экспортные, регуляторные и коммуникационные механизмы в условиях раздробленности мирового ядерного рынка.

Литература

1. АЭС России досрочно выполнили государственное задание 2025 года по выработке электроэнергии [Электронный ресурс]. Росэнергоатом. URL: https://www.rosenergoatom.ru/zhurnalistam/main-news/49687/ (дата обращения: 19.03.2026).
2. Захарова Н. В., Секачева А. Б. Устойчивое финансирование во Франции посредством выпуска зеленых облигаций // Экономические исследования и разработки. 2024. № 12.
3. Отчет о развитии бизнеса [Электронный ресурс]. Госкорпорация «Росатом». URL: https://report.rosatom.ru/ (дата обращения: 19.03.2026).
4. Россия и Китай опережают мир в «атомном ренессансе» [Электронный ресурс]. РБК. URL: https://www.rbc.ru/politics/18/01/2026/696c08e79a79472325af7bb1 (дата обращения: 19.03.2026).
5. Сасипорнкарн М., Кропман В. Ядерная энергетика: как Россия использует ее для влияния в мире [Электронный ресурс]. Deutsche Welle. URL: https://www.dw.com/ru/kak-rossia-ispolzuet-adernuu-energetiku-dla-vliania-v-mire/a-76281617 (дата обращения: 19.03.2026).
6. Страна «Росатом» [Электронный ресурс]. URL: https://strana-rosatom.ru/qna/rosatom/ (дата обращения: 19.03.2026).
7. Breaking Russia's Chokehold on America's Nuclear Fuel [Электронный ресурс]. The National Interest. URL: https://nationalinterest.org/blog/energy-world/breaking-russias-chokehold-on-americas-nuclear-fuel (дата обращения: 19.03.2026).
8. Buongiorno J. et al. Nuclear energy in a carbon-constrained world: big challenges and big opportunities // IEEE Power and Energy Magazine. 2019. Vol. 17, no. 2. P. 69–72.
9. Daszkiewicz K. Policy and regulation of energy transition // The Geopolitics of the Global Energy Transition. (Lecture Notes in Energy; Vol. 73). Cham: Springer, 2020. P. 203–226.
10. Eash-Gates P., Klemun M. M., Kavlak G., McNerney J., Buongiorno J., Trancik J. E. Sources of cost overrun in nuclear power plant construction call for a new approach to engineering design // Joule. 2020. Vol. 4, no. 11. P. 2348–2373.
11. Economics of Nuclear Power [Электронный ресурс]. World Nuclear Association. URL: https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power (дата обращения: 19.03.2026).
12. Eng R., Mason E. A., Benedict M. A method of short range system analysis for nuclear utilities // Annals of Nuclear Energy. 1976. Vol. 3, no. 7–8. P. 367–376.
13. FACTBOX: Russia's nuclear power projects abroad [Электронный ресурс]. TASS Russian News Agency. URL: https://tass.com/economy/2082427 (дата обращения: 19.03.2026).
14. International Atomic Energy Agency. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. 45th ed. Vienna: IAEA, 2024. 147 p.
15. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis. Version 18.0 [Электронный ресурс]. Lazard. URL: https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus-lcoeplus/ (дата обращения: 19.03.2026).
16. Maintenance, organisation, costs: seven key lessons from EDF's report on nuclear load-following [Электронный ресурс]. SFEN. URL: https://sfeninenglish.org/edf-report-nuclear-load-following-seven-key-lessons/(дата обращения: 19.03.2026).
17. Midgley E. Innovations for 24/7 low carbon energy: the power of hybrid energy systems // IAEA Bulletin. 2023. Vol. 64, no. 3. P. 6–7.
18. Nassar S. M., Saleh A. A., Eisa A. A. et al. Optimal planning of integrated nuclear-hybrid renewable energy systems for electrical distribution networks based on artificial intelligence // Scientific Reports. 2025. Vol. 15. P. 1–24.
19. The Path to a New Era for Nuclear Energy. Executive Summary [Электронный ресурс]. International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy (дата обращения: 19.03.2026).
20. Percebois J. Promoting nuclear energy: market price or regulated tariffs? Paris: Société Française d'Énergie Nucléaire, 2017. P. 81–92.
21. Schneider M., Froggatt A. The current status of the world nuclear industry // The Routledge Handbook of the Political Economy of Energy. London: Routledge, 2019. P. 35–77.
22. Schwarz P. M. et al. Renaissance or requiem: is nuclear energy cost effective in a post-Fukushima world? // Contemporary Economic Policy. 2013. Vol. 31, no. 4. P. 641–659.
23. Siddi M., Silvan K. Nuclear energy and international relations: the external strategy of Russia's Rosatom // International Politics. 2024. (Advance online publication).
24. Sohail F., Mubashir W., Haq I., Zubair M., Mansoor A., Ur Rehman H. Technical analysis for optimum hydrogen production using nuclear-renewable hybrid energy system // Nuclear Engineering and Technology. 2025. P. 1–9.

Asymmetric Adaptation of the World Nuclear Power Industry and Russia's Position in the Global Market for Nuclear Technologies

Omarov J.C.

Moscow State Institute of International Relations (University) RUSSIAN Foreign Ministry

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Drawing on empirical evidence, the article analyses the state and development trends of the world nuclear power market in the twenty-first century and Russia's position within it. It shows that the industry combines record absolute output with a declining relative share in global generation, while the centre of new construction has shifted from North America and Western Europe to the Asia-Pacific region. The paper argues that the global energy transition produces a regime of asymmetric adaptation: some countries lose serial-construction competencies, China concentrates on its domestic market, and Russia retains an export-and-technology model covering the full project life cycle. The study identifies the emergence of a duopoly in the market for new nuclear technologies, based on a functional division of labour between China and Russia. It is argued that competitiveness in the industry is increasingly determined not by reactor characteristics but by the institutional environment, which is confirmed by cross-country differences in the levelized cost of electricity and by the merit-order effect. The resilience of the Russian model is associated not with a price factor but with the comprehensive nature of its offering. The article concludes that the industry stands at a bifurcation point whose further trajectory is determined by the adaptability of institutions.

Keywords: world nuclear power, asymmetric adaptation, global market for nuclear technologies, Rosatom, competitiveness, levelized cost of electricity, merit-order effect, technological sovereignty, Russia.

References

1. Russian nuclear power plants have fulfilled the state task of 2025 on electricity generation ahead of schedule [Electronic resource]. Rosenergoatom. URL: https://www.rosenergoatom.ru/zhurnalistam/main-news/49687 / (date of issue: 03/19/2026).
2. Zakharova N. V., Sekacheva A. B. Sustainable financing in France through the issuance of green bonds // Economic research and development. 2024. № 12.
3. Business Development Report [Electronic resource]. Rosatom State Corporation. URL: https://report.rosatom.ru / (date of access: 03/19/2026).

4. Russia and China are ahead of the world in the "atomic renaissance" [Electronic resource]. RBC. URL: https://www.rbc.ru/politics/18/01/2026/696c08e79a79472325af7bb1 (date of reference: 03/19/2026).
5. Sasiporn M., Kropman V. Nuclear power engineering: how Russia uses it to influence the world [Electronic resource]. Deutsche Welle. URL: https://www.dw.com/ru/kak-rossia-ispolzuet-adernuu-energetiku-dla-vliania-v-mire/a-76281617 (date of reference: 03/19/2026).
6. Country of Rosatom [Electronic resource]. URL: https://strana-rosatom.ru/qna/rosatom / (date of access: 03/19/2026).
7. Breaking Russia's Chokehold on America's Nuclear Fuel [Electronic resource]. The National Interest. URL: https://nationalinterest.org/blog/energy-world/breaking-russias-chokehold-on-americas-nuclear-fuel (date of access: 03/19/2026).
8. Buongiorno J. et al. Nuclear energy in a carbon-constrained world: big challenges and big opportunities // IEEE Power and Energy Magazine. 2019. Vol. 17, no. 2. P. 69–72.
9. Daszkiewicz K. Policy and regulation of energy transition // The Geopolitics of the Global Energy Transition. (Lecture Notes in Energy; Vol. 73). Cham: Springer, 2020. P. 203–226.
10. Eash-Gates P., Klemun M. M., Kavlak G., McNerney J., Buongiorno J., Trancik J. E. Sources of cost overrun in nuclear power plant construction call for a new approach to engineering design // Joule. 2020. Vol. 4, No. 11. P. 2348-2373.
11. Economics of Nuclear Power [Electronic resource]. World Nuclear Association. URL: https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power (date of request: 03/19/2026).
12. Eng R., Mason E. A., Benedict M. A method of short range system analysis for nuclear utilities // Annals of Nuclear Energy. 1976. Vol. 3, no. 7-8. P. 367-376.
13. FACTBOX: Russia's nuclear power projects abroad [Electronic resource]. TASS Russian News Agency. URL: https://tass.com/economy/2082427 (date of reference: 03/19/2026).
14. International Atomic Energy Agency. Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050. 45th ed. Vienna: IAEA, 2024. 147 p.
15. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis. Version 18.0 [Electronic resource]. Lazard. URL: https://www.lazard.com/research-insights/levelized-cost-of-energyplus-lcoeplus / (accessed: 03/19/2026).
16. Maintenance, organization, costs: seven key lessons from EDF's report on nuclear load-following [Electronic resource]. SFEN. URL: https://sfeninenglish.org/edf-report-nuclear-load-following-seven-key-lessons/(accessed: 03/19/2026).
17. Midgley E. Innovations for 24/7 low carbon energy: the power of hybrid energy systems // IEEE Bulletin. 2023. Vol. 64, no. 3. P. 6–7.
18. Nassar S. M., Saleh A. A., Eisa A. A. et al. Optimal planning of integrated nuclear-hybrid renewable energy systems for electrical distribution networks based on artificial intelligence // Scientific Reports. 2025. Vol. 15. P. 1–24.
19. The Path to a New Era for Nuclear Energy. Executive Summary [Electronic resource]. International Energy Agency. URL: https://www.iea.org/reports/the-path-to-a-new-era-for-nuclear-energy (accessed: 03/19/2026).
20. Percebois J. Promoting nuclear energy: market price or regulated tariffs? Paris: Société Française d'Énergie Nucléaire, 2017. P. 81–92.
21. Schneider M., Froggatt A. The current status of the world nuclear industry // The Routledge Handbook of the Political Economy of Energy. London: Routledge, 2019. P. 35–77.
22. Schwarz P. M. et al. Renaissance or requiem: is nuclear energy cost effective in a post-Fukushima world? // Contemporary Economic Policy. 2013. Vol. 31, no. 4. P. 641–659.
23. Siddi M., Silvan K. Nuclear energy and international relations: the external strategy of Russia's Rosatom // International Politics. 2024. (Advance online publication).
24. Sohail F., Mubashir W., Haq I., Zubair M., Mansoor A., Ur Rehman H. Technical analysis for optimum hydrogen production using nuclear-renewable hybrid energy system // Nuclear Engineering and Technology. 2025. P. 1–9.

Трансформация моделей экономического сотрудничества в ШОС и БРИКС под влиянием санкционного давления: сравнительный анализ

Погорелов Михаил Николаевич
независимый исследователь

В статье исследуется трансформация моделей экономического сотрудничества в рамках ШОС и БРИКС под воздействием санкционного давления после 2014 и особенно после 2022 гг. В отличие от существующих работ, акцент делается не на описании институтов, а на выявлении и эмпирической проверке изменения типов кооперации. Предлагается типология моделей (координационная, реактивная институционализация, автономная институционализация) и формулируются гипотезы о направленности их трансформации. На основе ивент-анализа и построения композитного индекса институциональной трансформации (2014-2024 гг.) показано, что БРИКС демонстрирует более глубокий переход к институционализированной модели, тогда как ШОС в большей степени сохраняет координационный характер. Полученные результаты уточняют механизмы адаптации интеграционных объединений к геоэкономической фрагментации.

Ключевые слова: санкции, ШОС, БРИКС, институциональная трансформация, глобальные цепочки, эконмическое сотрудничество.

Введение

Рост санкционного давления и экспортного контроля в мировой экономике после 2022 г. привел к существенным изменениям в структуре международного экономического взаимодействия. В этих условиях особый интерес представляет вопрос о том, как трансформируются модели сотрудничества в незападных интеграционных объединениях.

Несмотря на растущее число исследований ШОС и БРИКС, большинство из них носит описательный характер и не фиксирует изменение самих моделей кооперации. В данной работе предлагается рассматривать санкционное давление как фактор, вызывающий переход от одной институциональной модели к другой.

Цель статьи – выявить и эмпирически протестировать трансформацию моделей экономического сотрудничества в ШОС и БРИКС.

Формулируются гипотезы:

H1: Санкционное давление приводит к переходу от координационных моделей к институционализированным.

H2: БРИКС демонстрирует более глубокую институциональную трансформацию, чем ШОС.

H3: Финансовая автономия является ключевым драйвером институциональной трансформации.

Настоящее исследование развивает подходы к анализу институциональной динамики интеграционных объединений в условиях геоэкономической фрагментации, смещая акцент с описания отдельных инициатив на изучение изменений самих моделей экономического сотрудничества. В отличие от распространенного в литературе представления о ШОС и БРИКС как совокупности разрозненных проектов и деклараций, в работе предлагается рассматривать их развитие как процесс последовательной трансформации форм взаимодействия – от координационных механизмов к более устойчивым институционализированным структурам. В этом смысле санкционное давление интерпретируется не как разовое внешнее воздействие, а как длительный фактор, изменяющий траекторию развития интеграционных объединений. Научная новизна исследования состоит в разработке типологии моделей экономического сотрудничества и их операционализации через композитный индекс институциональной трансформации, а также в эмпирической проверке выдвинутых гипотез на базе сопоставимых данных по странам ШОС и БРИКС за период 2014-2024 гг. Дополнительный вклад заключается в формализации ивент-анализа через шкалу институциональной глубины, что позволяет перейти от описательного анализа к сопоставимым количественным оценкам. Это дает возможность более точно выявить различия в траекториях развития ШОС и БРИКС и обосновать вывод о неоднородности процессов институциональной трансформации в рамках незападных интеграционных объединений.

1. Теоретическая модель трансформации

В академической литературе трансформация международного экономического сотрудничества, как правило, рассматривается через призму институционального развития и изменения форм координации между государствами. В классических работах по теории международных институтов подчеркивается, что интеграционные объединения возникают как механизм снижения транзакционных издержек и неопределенности в условиях растущей взаимозависимости (Keohane, 1984; North, 1990). При этом устойчивость таких объединений связывается с их способностью формировать правила и обеспечивать их соблюдение, а не только с интенсивностью взаимодействия между участниками.

Значительное внимание в литературе уделяется различию между координационными и институционализированными формами сотрудничества. В первом случае речь идет о согласовании национальных политик при сохранении суверенитета участников, тогда как во втором — о создании устойчивых механизмов, обладающих элементами наднациональности (Baldwin, 2016; Koremenos et al., 2001). Переход от координации к институционализации, как правило, рассматривается как длительный и нелинейный процесс, зависящий как от внутренних факторов (структура экономик, асимметрия участников), так и от внешней среды.

Отдельное направление исследований связано с анализом влияния геополитических и экономических шоков на развитие интеграционных объединений. В работах последних лет подчеркивается, что геоэкономическая фрагментация и рост санкционного давления способны не только

ограничивать международное взаимодействие, но и стимулировать формирование альтернативных институтов (Aiyar et al., 2023; Góes, Bekkers, 2022). В этом контексте интеграционные объединения рассматриваются как площадки адаптации к внешним ограничениям, где вырабатываются новые формы сотрудничества.

Вместе с тем в существующих исследованиях ШОС и БРИКС преобладает описательный подход, фокусирующийся на анализе отдельных инициатив, проектов и деклараций. Значительно меньше внимания уделяется вопросу о том, происходит ли изменение самих моделей взаимодействия и насколько эти изменения носят системный характер. Как правило, различия между объединениями фиксируются на уровне перечня инструментов, но не в терминах трансформации институциональной логики.

В рамках данного исследования предлагается развить этот подход, рассматривая развитие ШОС и БРИКС как процесс последовательной трансформации моделей экономического сотрудничества. В отличие от работ, акцентирующих внимание на статических характеристиках институтов, в центре анализа находится динамика перехода от координационных форм взаимодействия к более сложным институционализированным механизмам. Такой подход позволяет интерпретировать санкционное давление не только как ограничение, но и как фактор, запускающий изменения в структуре международного сотрудничества.

Таким образом, несмотря на значительное число исследований, посвященных международным институтам и геоэкономической фрагментации, вопрос о трансформации моделей экономического сотрудничества в интеграционных объединениях остается недостаточно разработанным. Это определяет теоретическую нишу настоящей работы и обосновывает необходимость предложенной типологии моделей и их эмпирической проверки.

Предлагается следующая типология моделей экономического сотрудничества:

1. Координационная модель – взаимодействие ограничено согласованием национальных политик без создания устойчивых институтов.
2. Реактивная институционализация – создание отдельных институтов как ответа на внешние шоки.
3. Автономная институционализация – формирование устойчивой системы наднациональных механизмов.

Трансформация модели определяется как устойчивое изменение набора доминирующих инструментов сотрудничества.

2. Методология и эмпирическая база исследования

Исследование основано на двух методах.

Первый этап – ивент-анализ решений ШОС и БРИКС (2014-2024 гг.). Каждое событие кодируется по шкале институциональной глубины:

0 – декларация 1 – координация 2 – институт 3 – наднациональный механизм

Второй этап – построение композитного индекса институциональной трансформации. Индекс включает четыре компонента:

- институциональное сотрудничество
- технологическая независимость
- диверсификация связей
- финансовая автономия

Используется метод главных компонент с последующей нормализацией.

Композитный индекс институциональной трансформации рассчитывался на основе восьми показателей, характеризующих институциональное сотрудничество, технологическую независимость, диверсификацию внешнеэкономических связей и финансовую автономию.

3. Результаты

3.1. Качественный анализ

Результаты ивент-анализа позволяют более точно зафиксировать различия в логике развития двух объединений. Для этого все выявленные решения были закодированы по шкале институциональной глубины (0-3) (табл.1).

Таблица 1

Распределение решений по уровням институциональной глубины (2014-2024 гг.)

Уровень	Содержание уровня	ШОС (доля, %)	БРИКС (доля, %)
0	Декларации	28	15
1	Координация	46	32
2	Создание институтов	22	37
3	Наднациональные механизмы	4	16

Как видно из таблицы, для ШОС характерно доминирование решений координационного уровня (1), тогда как у БРИКС заметно выше доля решений, связанных с созданием институтов и наднациональных механизмов (уровни 2-3). Это позволяет говорить о различии не только в интенсивности, но и в качестве институционального развития.

Дополнительный анализ динамики показывает, что после 2022 г. в обоих объединениях увеличивается доля более «глубоких» решений, однако этот процесс в БРИКС выражен значительно сильнее.

3.2. Количественный анализ

Для проверки выявленных тенденций был рассчитан композитный индекс институциональной трансформации (ИИУ) и представлен в таблице 2.

Таблица 2

Средние значения индекса по группам стран (2014-2024 гг.)

Год	ШОС	БРИКС
2014	0.32	0.34
2016	0.38	0.42
2018	0.45	0.50
2020	0.52	0.57
2022	0.68	0.73
2024	0.78	0.84

Обе группы демонстрируют устойчивый рост значений индекса, однако начиная с 2020 г. траектории начинают расходиться, и БРИКС показывает более высокие значения.

Для наглядности динамика индекса представлена на рисунке 1.

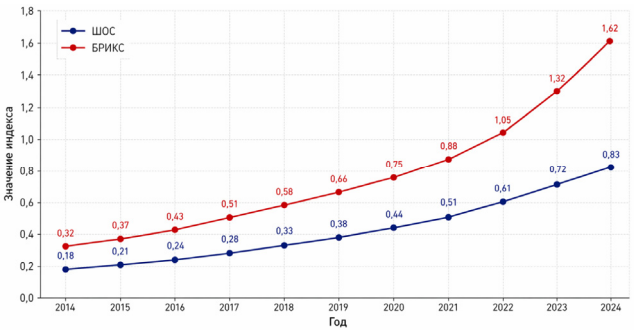


Рис. 1. Динамика индекса институциональной трансформации (2014-2024 гг.)

Анализ вкладов факторов показывает, что наибольшую роль в росте индекса играет компонент финансовой автономии (табл.3).

Таблица 3

Вклад факторов в рост индекса (средние значения, %)

Фактор	ШОС	БРИКС
Институциональное сотрудничество	31	28
Технологическая независимость	22	20
Диверсификация	18	17
Финансовая автономия	29	35

Наиболее заметное различие связано именно с финансовым компонентом, что косвенно указывает на его ключевую роль в институциональной трансформации.

Таким образом, количественные результаты подтверждают выводы качественного анализа. Наблюдается переход к более сложным формам кооперации, причем в БРИКС этот процесс идет быстрее.

Гипотезы H1 и H2 находят подтверждение. Гипотеза H3 также подтверждается: именно финансовая автономия вносит наибольший вклад в изменение модели.

Полученные результаты позволяют интерпретировать санкции как фактор институциональной трансформации. При этом различие между ШОС и БРИКС объясняется разной степенью готовности к созданию наднациональных механизмов.

Важно подчеркнуть, что речь идет о начальной стадии трансформации: многие институты находятся в стадии формирования.

4. Теоретические и практические импликации исследования

Полученные результаты имеют ряд важных теоретических и практических следствий, позволяющих уточнить представления о динамике международного экономического сотрудничества в условиях геоэкономической фрагментации.

С теоретической точки зрения проведенный анализ позволяет по-новому интерпретировать роль внешних шоков в развитии интеграционных объединений. В отличие от подходов, рассматривающих санкции преимущественно как фактор дезинтеграции, результаты исследования показывают, что они могут выступать триггером институциональной трансформации. При этом характер таких изменений зависит не только от силы внешнего давления, но и от исходной архитектуры взаимодействия внутри объединения. Это позволяет дополнить существующие теории международных институтов, акцентируя внимание на различиях в траекториях адаптации.

Предложенная типология моделей экономического сотрудничества вносит вклад в развитие сравнительного анализа интеграционных объединений. В отличие от традиционных классификаций, основанных на формальных признаках (наличие институтов, соглашений и т.д.), она позволяет учитывать динамический аспект – переход от одной модели к другой. Это создает основу для дальнейших исследований, направленных на выявление факторов, определяющих скорость и глубину институциональных изменений.

С практической точки зрения результаты исследования позволяют более точно оценивать перспективы развития ШОС и БРИКС. Показано, что различия в моделях сотрудничества обусловливают неодинаковую способность объединений к формированию устойчивых механизмов взаимодействия. В частности, более высокая роль финансовых инструментов в БРИКС указывает на его потенциал в создании альтернативной инфраструктуры международных расчетов, тогда как для ШОС ключевым направлением остается развитие проектной кооперации.

Отдельное значение имеет выявленная роль финансовой автономии как ключевого драйвера институциональной трансформации. Это позволяет сделать вывод о том, что дальнейшее развитие интеграционных объединений в условиях санкционного давления будет в значительной степени определяться их способностью формировать независимые финансовые механизмы. В этом контексте особую роль приобретают инициативы, направленные на развитие расчетов в национальных валютах, создание альтернативных платежных систем и координацию макроэкономической политики.

Наконец, результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегий внешнеэкономической политики. Понимание различий в моделях сотрудничества позволяет более точно оценивать риски и ограничения участия в интеграционных объединениях, а также выбирать оптимальные форматы взаимодействия в зависимости от целей экономического развития.

Заключение

В отличие от распространенного представления о санкционном давлении как исключительно внешнем шоке, нарушающем устойчивость международного сотрудничества, проведенный анализ показывает, что подобные воздействия все чаще выступают не столько дестабилизирующим, сколько трансформирующим фактором. В условиях геоэкономической фрагментации интеграционные объединения функционируют не в состоянии равновесия, а в режиме постоянной адаптации к внешним ограничениям.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что трансформация моделей экономического сотрудничества в ШОС и БРИКС носит неоднородный характер. Если в рамках ШОС преобладает координационная логика взаимодействия, предполагающая согласование национальных стратегий без формирования устойчивых наднациональных механизмов, то БРИКС демонстрирует более выраженный переход к институционализированной модели. При этом различия проявляются не только в масштабе инициатив, но и в глубине формируемых механизмов.

Количественный анализ подтверждает, что после 2022 г. наблюдается ускорение процессов институциональной трансформации. Рост композитного индекса отражает не просто увеличение активности, а изменение структуры взаимодействия, прежде всего за счет расширения финансовых инструментов и альтернативных расчетных механизмов. Вклад данного компонента оказывается наиболее значимым по сравнению с другими факторами, что указывает на его ключевую роль в формировании более устойчивых моделей кооперации.

Вместе с тем выявленная динамика не означает завершенности трансформации. Существенная часть рассматриваемых инициатив находится на стадии формирования или пилотной реализации, что ограничивает возможности оценки их долгосрочной эффективности. Кроме того, сохраняются структурные ограничения, связанные с неоднородностью участников и различиями в уровне экономического и технологического развития.

Таким образом, санкционное давление выступает важным фактором переосмысления моделей экономического сотрудничества, способствуя переходу от координационных форм к более институционализированным. При этом глубина и скорость такой трансформации зависят от способности объединений формировать устойчивые механизмы взаимодействия, прежде всего в финансовой сфере. В этих условиях ключевое значение приобретает не только адаптация к внешним ограничениям, но и формирование внутренней институциональной согласованности, определяющей долгосрочную устойчивость интеграционных процессов.

Литература

1. Aiyar S., Chen J., Ebeke H.C., Garcia-Saltos R., Gudmundsson T., Ilyina A., Kangur A., Kunaratskul T., Rodriguez S., Ruta M., Schulze T., Soderberg G., Trevino J. (2023) Geo-Economic Fragmentation and the Future of Multilateralism. Staff Discussion Notes No 2023/001, International Monetary Fund. Available at: https://www.imf.org/en/Publications/Staff-Discussion-Notes/Issues/2023/01/11/Geo-Economic-Fragmentation-and-the-Future-of-Multilateralism-527266.
2. Antràs P. (2021) De-Globalisation? Global Value Chains in the Post-COVID-19 Age. Central Banks in a Shifting World: Conference Proceedings. ECB Forum on Central Banking, Frankfurt, 11–12 November 2020. Available at: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6e2fad55-200b-11ec-bd8e-01aa75ed71a1/language-en.
3. Бариленко В.И. (2022) Инициация инвестиционных проектов для обеспечения технологического суверенитета России // RISK: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – № 4. – С. 146–150.
4. Blanchard E.J. (2013) What Global Fragmentation Means for the WTO: Article XXIV, Behind-the-Border Concessions, and a New Case for WTO Limits on Investment Incentives. Tuck School of Business Working Paper No 2439794. Available at: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2439794.
5. Edler J., Blind K., Frietsch R., Kimpeler S., Kroll H., Lerch C., Reiss T., Roth F., Schubert T., Schuler J., Walz R. (2020) Technology Sovereignty: From Demand to Concept. Perspectives Policy Brief No 02/2020, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
6. Góes C., Bekkers E. (2022) The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation. Staff Working Paper ERSD-2022-9, World Trade Organization.
7. Караваева И.В. (2021) Теория экономической безопасности: этапы развития и переход к новой реальности // Федерализм. – № 2. – С. 5–24.
8. Luttwak E.N. (1990) From Geopolitics to Geo-Economics: Logic of Conflict, Grammar of Commerce. The National Interest, no 20, pp. 17–23.
9. Музалёв С.В., Абдикеев Н.М., Никифорова Е.В. (2023) Формирование инвестиционной модели финансово-промышленной политики: проблемы и перспективы // RISK: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – № 3. – С. 165–168.
10. Никифорова Н.А., Музалёв С.В., Лосева А.В. (2023) Факторный анализ параметров инновационной деятельности и технологического развития критически значимых несырьевых отраслей // Экономические науки. – № 228. – С. 100–104.
11. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2008) Handbook on Constructing Composite Indicators. Paris: OECD Publishing.
12. Portanskiy A. (2024) The Risk of the Global Economy's Fragmentation Is Growing. International Organisations Research Journal, vol. 19, no 2, pp. 7–20.
13. Portes R., Beck T., Buiter W.H., Dominguez K.M.E., Gros D., Gross C., Kalemli-Özcan Ş., Peltonen T., Sánchez Serrano A. (2020) The Global Dimensions of Macroprudential Policy. Advisory Scientific Committee Report 2020/10, European Systemic Risk Board.
14. Рябков С. (2025): В БРИКС разделяют озабоченность РФ из-за влияния нелегитимных санкций. Комсомольская правда, 27 мая. Доступно на: https://www.kp.ru/online/news/6393532/.
15. Толмачев М.Н., Цыпин А.П., Звонарева Н.С., Павлов К.М. (2024) Система формирования статистической информации по импорту в различных странах (на примере ЕАЭС) // Экономические науки. – № 236. – С. 277–283.
16. World Bank Development Indicators (n.d.) Available at: https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators.
17. World Customs Organization (2025) BRICS Customs Cooperation: Progress Report. Brussels: WCO.
18. Зиновьев А.Г., Дубина И.Н., Кузьмин П.И. (2024) Корреляционный анализ влияния санкций на фондовые и отраслевые индексы стран-инициаторов санкций и стран, подверженных санкциям. // Экономика, профессия, бизнес. – № 1, 2024. – С. 31–37. –doi:10.14258/epb202405.

Transformation of Models of Economic Cooperation in the SCO and BRICS under the Influence of Sanctions Pressure: A Comparative Analysis

Pogorelov M.N.

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article explores the transformation of economic cooperation models within the SCO and BRICS under the influence of sanctions pressure after 2014 and especially after 2022. Unlike existing studies, the focus is not on describing institutions, but rather on identifying and empirically testing changes in the types of cooperation. A typology of models (coordination, reactive institutionalization, and autonomous institutionalization) is proposed, and hypotheses are formulated regarding the direction of their transformation. Based on event analysis and the construction of a composite index of institutional transformation (2014–2024), it is shown that BRICS demonstrates a deeper transition to an institutionalized model, while the SCO retains a more coordinative character. The results obtained clarify the mechanisms of adaptation of integration associations to geoeconomic fragmentation.

Keywords: sanctions, SCO, BRICS, institutional transformation, global chains, economic cooperation.

References

1. Aiyar S., Chen J., Ebeke H.C., Garcia-Saltos R., Gudmundsson T., Ilyina A., Kangur A., Kunaratskul T., Rodriguez S., Ruta M., Schulze T., Soderberg G., Trevino J. (2023) Geo-Economic Fragmentation and the Future of Multilateralism. Staff Discussion Notes No 2023/001, International Monetary Fund. Available at: https://www.imf.org/en/Publications/Staff-Discussion-Notes/Issues/2023/01/11/Geo-Economic-Fragmentation-and-the-Future-of-Multilateralism-527266.
2. Antràs P. (2021) De-Globalisation? Global Value Chains in the Post-COVID-19 Age. Central Banks in a Shifting World: Conference Proceedings. ECB Forum on Central Banking, Frankfurt, 11–12 November 2020. Available at: https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6e2fad55-200b-11ec-bd8e-01aa75ed71a1/language-en.
3. Barilenko V.I. (2022) Initsiatsiya investitsionnykh proektov dlya obespecheniya tekhnologicheskogo suvereniteta Rossii [Initiation of Investment Projects to Ensure Russia's Technological Sovereignty]. RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsiya, no 4, pp. 146–150. (in Russian).
4. Blanchard E.J. (2013) What Global Fragmentation Means for the WTO: Article XXIV, Behind-the-Border Concessions, and a New Case for WTO Limits on Investment Incentives. Tuck School of Business Working Paper No 2439794. Available at: https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2439794.
5. Edler J., Blind K., Frietsch R., Kimpeler S., Kroll H., Lerch C., Reiss T., Roth F., Schubert T., Schuler J., Walz R. (2020) Technology Sovereignty: From Demand to Concept. Perspectives Policy Brief No 02/2020, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research.
6. Góes C., Bekkers E. (2022) The Impact of Geopolitical Conflicts on Trade, Growth, and Innovation. Staff Working Paper ERSD-2022-9, World Trade Organization.
7. Karavaeva I.V. (2021) Teoriya ekonomicheskoy bezopasnosti: etapy razvitiya i perekhod k novoy real'nosti [Economic Security Theory: Stages of Development and Transition to a New Reality]. Federalism, no 2, pp. 5–24. (in Russian).
8. Luttwak E.N. (1990) From Geopolitics to Geo-Economics: Logic of Conflict, Grammar of Commerce. The National Interest, no 20, pp. 17–23.
9. Muzalyov S.V., Abdikeev N.M., Nikiforova E.V. (2023) Formirovanie investitsionnoy modeli finansovo-promyshlennoy politiki: problemy i perspektivy [Formation of an Investment Model of Financial and Industrial Policy: Problems and Prospects]. RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzhenie, Konkurentsiya, no 3, pp. 165–168. (in Russian).
10. Nikiforova N.A., Muzalyov S.V., Loseva A.V. (2023) Faktornyy analiz parametrov innovatsionnoy deyatel'nosti i tekhnologicheskogo razvitiya kriticheski znachimykh nesyr'evykh otrasley [Factor Analysis of Innovation Activity and Technological Development Parameters of Critically Important Non-Resource Industries]. Ekonomicheskie nauki, no 228, pp. 100–104. (in Russian).
11. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2008) Handbook on Constructing Composite Indicators. Paris: OECD Publishing.
12. Portanskiy A. (2024) The Risk of the Global Economy's Fragmentation Is Growing. International Organisations Research Journal, vol. 19, no 2, pp. 7–20.
13. Portes R., Beck T., Buiter W.H., Dominguez K.M.E., Gros D., Gross C., Kalemli-Özcan Ş., Peltonen T., Sánchez Serrano A. (2020) The Global Dimensions of Macroprudential Policy. Advisory Scientific Committee Report 2020/10, European Systemic Risk Board.
14. Ryabkov S. (2025) Ryabkov: V BRIKS razdeleyut ozabochennost' RF iz-za vliyaniya nelegitimnykh sanktsiy [Ryabkov: BRICS Shares Russia's Concerns over the Impact of Illegitimate Sanctions]. Komsomolskaya Pravda, 27 May. Available at: https://www.kp.ru/online/news/6393532/ (in Russian).
15. Tolmachev M.N., Tsypin A.P., Zvonareva N.S., Pavlov K.M. (2024) Sistema formirovaniya statisticheskoy informatsii po importu v razlichnykh stranakh (na primere EAES) [System for Generating Statistical Information on Imports in Various Countries (on the Example of the EAEU)]. Ekonomicheskie nauki, no 236, pp. 277–283. (in Russian).
16. World Bank Development Indicators (n.d.) Available at: https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators.
17. World Customs Organization (2025) BRICS Customs Cooperation: Progress Report. Brussels: WCO.
18. Zinoviev A.G., Dubina I.N., Kuzmin P.I. (2024) Korrelyatsionnyy analiz vliyaniya sanktsiy na fondovye i otraslevye indeksy stran-initsiatorov sanktsiy i stran, podverzhennykh sanktsiyam [Correlation Analysis of the Impact of Sanctions on Stock and Sectoral Indices of Sanctioning Countries and Countries Subject to Sanctions]. Ekonomika, professiya, biznes, no 1, pp. 31–37. (in Russian).

Институциональные ловушки регулирования трудовой миграции в России: экономический анализ и пути преодоления

Попов Дмитрий Андреевич
аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ), dmitryopovv97@mail.ru,

Карасева Дарья Николаевна
аспирант, Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ» (НГУЭУ), karaseva.d.n@mail.ru

Цель исследования – выявление институциональных ловушек в системе регулирования трудовой миграции в Российской Федерации и обоснование экономических механизмов их формирования.
Методы. Исследование основано на анализе официальных статистических данных Федеральной службы государственной статистики, Министерства внутренних дел РФ и Федеральной службы по труду и занятости за 2024–2026 гг., а также на экспертных оценках. Применены системный анализ институциональных противоречий, сравнительный анализ региональных данных и метод выявления причинно-следственных связей между институциональными барьерами и экономическими последствиями.
Результаты. Установлено, что при сокращении выдачи патентов на 22% в первом квартале 2026 года масштабы неформальной занятости продолжают расти: за первое полугодие 2025 года выявлено 470 тыс. случаев нелегального трудоустройства, что на треть больше, чем годом ранее. Выявлены три основные формы институциональных ловушек: ценовая (завышенная стоимость патента до 14 тыс. руб./мес.), административная (высокие транзакционные издержки легализации) и координационная (отсутствие единого органа управления миграцией после ликвидации ФМС). Бюджетные потери от нелегальной занятости мигрантов оцениваются в 3 трлн руб. ежегодно, при этом на лечение нелегалов в 2024 году затрачено 61 млрд руб., а на административное выдворение за 11 месяцев 2025 года – 828,5 млн руб.
Выводы. Патентная система, призванная упростить легализацию, фактически формирует устойчивые стимулы к уходу в теневой сектор. Преодоление институциональных ловушек требует перехода от патентной модели к контрактной системе целевой миграции, снижения стоимости легализации до экономически обоснованного уровня, создания единого координирующего органа гражданского типа и внедрения цифровых сервисов, снижающих транзакционные издержки.
Ключевые слова: трудовая миграция, институциональные ловушки, патентная система, неформальная занятость, миграционная политика, рынок труда, региональные диспропорции.

Введение

Российская экономика на современном этапе столкнулась с беспрецедентным кадровым дефицитом, который, по оценкам Министерства труда и социальной защиты, на начало 2026 года составил 2,6 млн человек. Уровень безработицы достиг исторического минимума — 2,2%, что свидетельствует о переходе от естественной безработицы к острому дефициту кадров в ключевых секторах [1, с. 45–47]. В этих условиях внешняя трудовая миграция становится критически важным ресурсом. Однако существующая система её регулирования сталкивается с системными институциональными противоречиями, которые не только снижают эффективность миграционной политики, но и порождают устойчивые негативные эффекты [7, с. 9–12]. 15 октября 2025 года Президент РФ утвердил новую Концепцию государственной миграционной политики на 2026–2030 годы, в которой главной целью провозглашено обеспечение баланса между потребностями экономики в трудовых ресурсах, защитой национальной безопасности и социальной стабильности [2]. Вместе с тем в 2024–2026 годах был принят ряд законодательных актов, ужесточающих правила пребывания иностранцев: срок временного нахождения сокращён до 90 дней в году, повышены пошлины за получение гражданства и вида на жительство. К 1 апреля 2026 года число иностранных граждан, законно находящихся в России, уменьшилось на 700 тыс. — до 6,1 млн человек [3, с. 10–12]. Как отмечают А.В. Бедрик и А.В. Сериков, реализация миграционной политики на современном этапе сопряжена с комплексом рисков, связанных с институциональной неопределённостью и фрагментарностью правового регулирования [11, с. 60–64]. Данное исследование посвящено анализу институциональных ловушек регулирования трудовой миграции — устойчивых неэффективных равновесий, в которых оказывается система миграционного управления [11, с. 60–64]. Результатом исследования должны стать сформулированные экономические механизмы образования таких ловушек и обоснование направлений их преодоления.

Литературный обзор

Теоретические основы изучения институциональных проблем миграционного регулирования заложены в работах зарубежных исследователей. Дж. Борхас разработал модель «эффекта вытеснения», согласно которой приток мигрантов оказывает понижающее давление на заработную плату в сегментах их концентрации [4, p. 112–115]. М. Пайор предложил теорию сегментированного рынка труда, в рамках которой мигранты заполняют ниши, непривлекательные для местного населения [5, p. 56–78].

Среди отечественных исследователей следует отметить труды В.А. Ионцева, Ж.А. Зайончковской, Л.Л. Рыбаковского, С.В. Рязанцева, В.И. Мукомеля [6; 7; 8; 9]. Экономические аспекты влияния миграции на рынок труда освещены в публикациях О.С. Чудиновских [10]. Вопросы неэффективности патентной системы и её влияния на теневую занятость рассматривались в работах В.А. Волоха. М.Г. Егорчев в исследовании проблем адаптации и кризисного управления отмечает, что оптимизация миграционной политики требует комплексного подхода, учитывающего как экономические, так и социальные аспекты интеграции мигрантов [12, с. 9–30].

Вместе с тем большинство работ выполнено на данных до 2022 года и не учитывает кардинальных изменений последних лет — рекордного снижения безработицы, ужесточения миграционного законодательства и принятия новой Концепции на 2026–2030 годы. Недостаточно исследованы институциональные механизмы, формирующие устойчивые стимулы к уходу мигрантов в теневой сектор [7, с. 14–16]. Настоящая работа призвана восполнить этот пробел.

Материалы и методы

Исследование основано на анализе официальных статистических данных Федеральной службы государственной статистики, Министерства внутренних дел РФ, Федеральной службы по труду и занятости, а также на экспертных оценках и публикациях в ведущих СМИ за период 2024–2026 годов. Информационную базу составили: данные о численности иностранных граждан, находящихся на территории РФ [3]; сведения о выданных патентах и их динамике [3]; статистика выявленных случаев неформальной занятости [3]; данные о региональных диспропорциях на рынке труда [3].

Методологическая основа включает системный анализ институциональных противоречий миграционного регулирования, сравнительный анализ региональных данных, а также метод выявления причинно-следственных связей между институциональными барьерами и экономическими последствиями [11, с. 61–63].

Результаты

Анализ масштабов неформальной занятости и динамики патентной системы выявляет устойчивое системное противоречие, которое можно охарактеризовать как классическую институциональную ловушку [7, с. 14–15]. В первом квартале 2026 года число выданных патентов иностранным гражданам из безвизовых стран сократилось на 22% — до 475 тыс., что стало рекордным падением за последние пять лет [3, с. 17–19]. Такое резкое снижение объясняется комплексом факторов: ужесточением миграционного законодательства, вступившим в силу с 1 января 2025 года, сокращением срока пребывания до 90 дней в году, а также значительным повышением стоимости патента, которое сделало легализацию экономически недоступной для значительной части трудовых мигрантов [2, с. 45–47]. Однако, как свидетельствуют статистические данные, сокращение выдачи патентов не привело к уменьшению масштабов неформальной занятости. Напротив, по данным Роструда, за первые шесть месяцев 2025 года выявлено более 470 тыс. случаев нелегального трудоустройства — на треть больше, чем за аналогичный период 2024 года. При этом важно отметить, что данная цифра является общей по всем категориям работников, а не только по иностранным гражданам [3, с. 10–12]. В ведомстве подчёркивают, что выявленные случаи составляют менее 1% от всей рабочей силы, а реальные масштабы теневой занятости могут быть значительно выше — по экспертным оценкам, в 5–10 раз. Данное противоречие указывает на наличие институциональной ловушки: ужесточение миграционного режима не сокращает нелегальную миграцию, а лишь изменяет её структуру, выталкивая мигрантов в ещё более глубокую тень, где контроль со стороны государства минимален [9, с. 45–48]. В долгосрочной перспективе теневая занятость опасна как для нанимателя (риск штрафов и судебных преследований), так и для работника (отсутствие социальных гарантий и правовой защиты), а также для государства, которое теряет налоговые поступления и сталкивается с ростом социальной напряжённости [10, с. 32–46]. Исследователи отмечают, что подобные институциональные ловушки характерны для стран с несовершенной миграционной политикой, где административные барьеры и экономические стимулы находятся в противоречии [7, с. 112–120].

Нелегальная миграция наносит существенный ущерб бюджету страны, причём этот ущерб имеет как прямые, так и косвенные составляющие. По оценкам экспертов, из-за теневой занятости иностранных граждан бюджет ежегодно недополучает около трёх триллионов рублей [1, с. 112–115]. С.В. Ануреев в своём исследовании подтверждает, что влияние нелегальной миграции на бюджет России носит системный характер, а потери от теневой занятости иностранных граждан сопоставимы с расходами на отдельные национальные проекты [13, с. 18–25]. Эта сумма складывается из недополученного налога на доходы физических лиц, страховых взносов, а также косвенных налогов, которые мигранты не уплачивают из-за неформального статуса. При этом легальные мигранты приносят в казну более 120 млрд рублей ежегодно, что свидетельствует о значительном потенциале бюджетных поступлений в случае успешной легализации [3, с. 7–9]. Одновременно бюджет несёт значительные расходы, связанные с нелегальной миграцией. Так, за 11 месяцев 2025 года российские регионы направили 828,5 млн рублей на покупку билетов для административного выдворения иностранных граждан (всего выдворено 54,4 тыс. человек) [3, с. 23–25]. Кроме того, в 2024 году из бюджета на лечение нелегальных мигрантов, не имеющих полисов обязательного медицинского страхования, было потрачено 61 млрд рублей [1, с. 156–158]. Важно отметить, что эти расходы являются лишь частью совокупных издержек: они не включают затраты на содержание спецприёмников, судебные издержки, расходы на дополнительные проверки и мониторинг, а также косвенные потери от снижения производительности труда и социальной напряжённости. Таким образом, совокупные бюджетные потери от нелегальной миграции многократно превышают расходы на её предотвращение, что свидетельствует о низкой экономической эффективности текущей модели регулирования [7, с. 112–120]. Как справедливо отмечает Л.Л. Рыбаковский, миграционная политика должна быть не столько карательной, сколько стимулирующей, создающей условия для добровольной легализации [7, с. 190–200].

Следует отметить, что миграционная политика слабо дифференцирована по регионам, что порождает существенные диспропорции и дисбалансы на локальных рынках труда. В ряде регионов, где введены ограничения по профессиям для мигрантов, оборот в сферах их высокой занятости упал на 15–20%, особенно там, где в общепите доля трудовых мигрантов достигала 40% [10, с. 38–42]. При этом региональные власти всё чаще пересматривают запреты на привлечение иностранцев из-за острой нехватки рабочих рук в строительстве, сельском хозяйстве, логистике и жилищно-коммунальном хозяйстве [3, с. 78–80]. В строительстве, где мигранты ранее составляли до 80% рабочей силы, лимит снизили до 50%, в сельском хозяйстве и деревообработке — с 50% до 40% [8, с. 45–50]. Такая ситуация демонстрирует отсутствие гибкого механизма адаптации миграционной политики к реальным потребностям региональных рынков труда [7, с. 78–85]. Как показывают исследования С.В. Рязанцева и Н. Хорие, региональные диспропорции в привлечении иностранной рабочей силы обусловлены не только экономическими факторами, но и институциональными особенностями, включая различия в качестве работы центров поддержки экспорта и региональных программ занятости [8, с. 88–95]. Отсутствие единой федеральной координации приводит к тому, что в одних регионах наблюдается острый кадровый дефицит, а в других — избыток рабочей силы, который не может быть перераспределён из-за административных и логистических барьеров [3, с. 10–12].

Патентная система, введённая в 2015 году как упрощённый механизм легализации трудовых мигрантов из безвизовых стран, к 2026 году признана экспертами неэффективной. Как отмечает В.И. Мукомель, патентная система не контролирует рынок труда, порождает серые схемы и способствует демпингу заработной платы [9, с. 56–62]. С 2026 года в ряде регионов ежемесячный платёж по патенту составляет от 10 тыс. до 14 тыс. рублей (в Москве — 10 тыс. руб./мес., в Забайкальском крае — около 14 тыс. руб./мес., в отдельных субъектах — до 16 тыс. руб./мес.), что для многих мигрантов является неподъёмной суммой, особенно с учётом средней заработной платы в 52–60 тыс. рублей в месяц [3, с. 12–14]. При этом легализация требует не только уплаты патента, но и прохождения медицинского освидетельствования, сдачи экзаменов по русскому языку, истории и законодательству, оформления документов, что в совокупности увеличивает издержки первого года до 80–100 тыс. рублей. Патентная система стимулирует серую экономику, подрывает рынок легального труда, снижает налоговые поступления, создаёт социальную напряжённость и облегчает криминализацию миграции [8, с. 88–95]. В результате, как показывают исследования, мигранты оказываются в ситуации, когда нелегальная занятость становится экономически рациональным выбором, а легализация — недоступной роскошью [9, с. 56–62]. Институциональный анализ подтверждает, что действующая модель регулирования трудовой миграции нуждается в системной реформе, направленной на устранение выявленных дисбалансов [7, с. 190–200; 9, с. 110–115]. Учитывая комплексный характер проблемы, реформа должна затрагивать не только патентную систему, но и смежные институты — налоговое администрирование, систему социального страхования, механизмы межведомственной координации и регионального управления миграционными процессами [6, с. 19–25].

Обсуждение

Проведённый анализ позволяет выделить три основные формы институциональных ловушек в регулировании трудовой миграции, каждая из которых имеет конкретное экономическое выражение [7, с. 21–24].

— Ценовая ловушка. Завышенная стоимость патента (от 10 тыс. до 14 тыс. руб./мес. в зависимости от региона) при средней заработной плате мигранта 52–60 тыс. руб. создаёт ситуацию, в которой легализация становится экономически невыгодной. Сокращение выдачи патентов на 22% в первом квартале 2026 года сопровождается ростом выявленных случаев нелегальной занятости на треть в первом полугодии 2025 года. Это подтверждает, что повышение стоимости легализации не стимулирует переход в легальное поле, а напротив, выталкивает мигрантов в теневой сектор. Ожидаемые потери от нелегальной работы (риск штрафа и депортации) оказываются ниже затрат на патент, что формирует устойчивый стимул к уходу в тень [9, с. 56–62].

— Административная ловушка. Сложность и запутанность процедур легализации (экзамены, медицинские осмотры, дактилоскопия, множество бюрократических инстанций) создают высокие транзакционные издержки. Как отмечает В.И. Мукомель, в условиях дефицита времени и информации мигранты предпочитают пользоваться услугами посредников, что формирует коррупционные сети и увеличивает стоимость легализации [9, с. 110–115]. Издержки первого года легализации достигают 80–100 тыс. рублей, что для многих мигрантов является неподъёмной суммой, особенно с учётом того, что патентные платежи поглощают до 20–25% их месячного дохода [3, с. 12–14].

— Координационная ловушка. После ликвидации Федеральной миграционной службы в 2016 году миграционная политика оказалась

распределена между несколькими ведомствами (МВД, Минтруд, МИД, Минобрнауки, ФСБ). Отсутствие единого координационного центра приводит к рассогласованности действий и доминированию карательного подхода над экономическим [7, с. 78–85]. Как показывает анализ региональных диспропорций, единые федеральные ограничения не учитывают различий в потребностях локальных рынков труда: в одних регионах введение запретов приводит к падению оборота на 15–20%, в других к острому кадровому дефициту [3, с. 78–80; 8, с. 45–50].

Особого внимания заслуживает структура бюджетных потерь от нелегальной миграции. Основная часть потерь (97,9%) приходится на недополученные налоговые поступления от теневой занятости, тогда как прямые расходы государства — на лечение нелегальных мигрантов и их административное выдворение — составляют лишь около 2%. Это означает, что даже полное прекращение расходов на борьбу с нелегальной миграцией не решит проблему бюджетных потерь; ключевой задачей является создание экономических стимулов для легализации, а не ужесточение карательных мер. Как отмечает С.В. Ануреев, эффективное решение проблемы нелегальной миграции лежит в плоскости экономического стимулирования легализации, а не в усилении репрессивных мер [13, с. 22–25].

Как справедливо отмечает Л.Л. Рыбаковский, миграционная политика должна быть не столько карательной, сколько стимулирующей, создающей условия для добровольной легализации [7, с. 190–200].

Новая Концепция миграционной политики 2026–2030 гг. декларирует необходимость дифференцированного подхода к мигрантам, цифровой трансформации и расширения межправительственных соглашений [2, с. 1–3]. Однако без устранения фундаментальных институциональных противоречий, выявленных в настоящем исследовании [7, с. 14–16; 11, с. 60–64], эти меры могут остаться декларативными. Патентная система, призванная упростить легализацию, фактически формирует устойчивые стимулы к уходу в теневой сектор, что подтверждается статистическими данными и экономическими расчётами [2, с. 10–12; 8, с. 45–50].

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать ряд выводов и главный из них, это что институциональные ловушки в регулировании трудовой миграции России имеют три основные формы: ценовую (завышенная стоимость патента, делающая легализацию экономически невыгодной), административную (высокие транзакционные издержки легализации, стимулирующие использование посредников и коррупцию) и координационную (отсутствие единого органа управления миграцией, ведущее к доминированию карательного подхода) [7, с. 21–24; 11, с. 62–63]. Как подчёркивает М.Г. Егорчев, преодоление институциональных барьеров в миграционной политике требует комплексного подхода, учитывающего как правовые, так и организационные аспекты управления миграционными процессами [12, с. 27–30].

Статистические данные подтверждают существование институциональной ловушки: при сокращении выдачи патентов на 22% в первом квартале 2026 года число выявленных случаев нелегальной занятости в первом полугодии 2025 года выросло на треть по сравнению с аналогичным периодом 2024 года [3, с. 10–19]. Это свидетельствует о том, что ужесточение миграционного режима не сокращает нелегальную миграцию, а лишь выталкивает мигрантов в теневой сектор.

Бюджетные потери от нелегальной миграции имеют структуру, в которой доминируют недополученные налоговые поступления [1, с. 112–115], тогда как прямые расходы государства на лечение нелегальных мигрантов и их административное выдворение [3, с. 23–25] составляют менее 2% от совокупных потерь. Это означает, что ключевой задачей является не усиление карательных мер, а создание экономических стимулов для легализации.

Миграционная политика слабо дифференцирована по регионам, что порождает существенные диспропорции: в одних регионах введение ограничений приводит к падению оборота в сферах занятости мигрантов на 15–20%, в других — к острому кадровому дефициту в строительстве, сельском хозяйстве и ЖКХ [3, с. 78–80; 10, с. 38–42].

Патентная система неэффективна: она не контролирует рынок труда, порождает серые схемы, способствует демпингу заработной платы, снижает налоговые поступления и облегчает криминализацию миграции [8, с. 88–95; 9, с. 56–62].

Преодоление институциональных ловушек требует перехода от патентной модели к контрактной системе целевой миграции с обязательной отработкой и социальной интеграцией; снижения стоимости легализации до экономически обоснованного уровня (3–4 тыс. руб./мес.), а также создания единого координирующего органа гражданского типа [7, с. 26–30]. Помимо этого, необходимо внедрение цифровых сервисов, снижающих транзакционные издержки, и дифференциация миграционной политики по регионам с учётом их кадровых потребностей.

Без этих изменений Россия рискует не только не получить ожидаемого экономического эффекта от миграции, но и столкнуться с нарастанием социальной напряжённости, ростом теневого сектора и дальнейшим увеличением бюджетных потерь. Как показывают исследования, мигранты оказываются в ситуации, когда нелегальная занятость становится экономически рациональным выбором, а легализация — недоступной роскошью [6, с. 19–25]. Институциональный анализ подтверждает, что действующая модель регулирования трудовой миграции нуждается в системной реформе, направленной на устранение выявленных дисбалансов [7, с. 190–200; 9, с. 110–115]. Учитывая комплексный характер проблемы, реформа должна затрагивать не только патентную систему, но и смежные институты — налоговое администрирование, систему социального страхования, механизмы межведомственной координации и регионального управления миграционными процессами [10, с. 32–46].

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. Труд и занятость в России : статистический сборник. – М. : Росстат, 2025. – 320 с.
2. О Концепции государственной миграционной политики Российской Федерации на 2026–2030 годы : указ Президента РФ от 15.10.2025 № 738 // Собрание законодательства РФ. – 2025. – № 42. – Ст. 5896.
3. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Сведения о миграционной ситуации в Российской Федерации за 2020–2025 годы : статистический бюллетень. – М. : ГУВМ МВД России, 2026. – 210 с.
4. Borjas G.J. Immigration Economics. – Cambridge, MA : Harvard University Press, 2014. – 288 p.
5. Piore M.J. Birds of Passage: Migrant Labor and Industrial Societies. – Cambridge : Cambridge University Press, 1979. – 240 p.
6. Ионцев В.А. Международная миграция населения : теория и история изучения. – М. : Диалог-МГУ, 1999. – 370 с.
7. Рыбаковский Л.Л. Миграционная политика России : теория и практика. – М. : ИСПИ РАН, 2003. – 240 с.
8. Рязанцев С.В., Хорие Н. Моделирование потоков трудовой миграции из стран Центральной Азии в Россию. – М. : Научный мир, 2011. – 160 с.
9. Мукомель В.И. Политика интеграции мигрантов в России : вызовы, потенциал, риски. – М. : Спецкнига, 2013. – 120 с.
10. Чудиновских О.С. Административная статистика международной миграции : источники, проблемы и ситуация в России // Вопросы статистики. – 2016. – № 2. – С. 32–46.
11. Бедрик А.В., Сериков А.В. Риски реализации государственной миграционной политики России на современном этапе // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. – 2016. – № 4. – С. 60–64.
12. Егорчев М.Г. Оптимизация миграционной политики Российской Федерации : анализ проблем адаптации и кризисного управления // Правовое государство: теория и практика. – 2025. – № 1. – С. 9–30.
13. Ануреев С.В. Оценка влияния нелегальной миграции на бюджет России // Финансы и кредит. – 2025. – № 3. – С. 18–25.

Institutional traps of labor migration regulation in Russia: economic analysis and ways to overcome

Andreevich P.D., Karaseva D.N.
Novosibirsk State University of Economics and Management "NINH" (NSUEM)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Objective – to identify institutional traps in the system of labor migration regulation in the Russian Federation and to substantiate the economic mechanisms of their formation.

Methods. The research is based on the analysis of official statistical data from the Federal State Statistics Service, the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, and the Federal Service for Labor and Employment for 2024–2026, as well as expert assessments. The study employs systemic analysis of institutional contradictions, comparative analysis of regional data, and the method of identifying cause-and-effect relationships between institutional barriers and economic consequences.

Results. It is established that while the issuance of patents decreased by 22% in the first quarter of 2026, the scale of informal employment continues to grow: in the first half of 2025, 470 thousand cases of illegal employment were identified, which is one third more than in the same period of the previous year. Three main forms of institutional traps are identified: price (excessive patent cost up to 14 thousand rubles per month), administrative (high transaction costs of legalization), and coordination (lack of a single migration management body after the abolition of the Federal Migration Service). Budget losses from illegal employment of migrants are estimated at 3 trillion rubles annually, while 61 billion rubles were spent on treatment of illegal migrants in 2024, and 828.5 million rubles on administrative deportation in 11 months of 2025.

Conclusions. The patent system, designed to simplify legalization, in fact creates persistent incentives for migrants to move into the shadow sector. Overcoming institutional traps

requires a transition from the patent model to a contractual system of targeted migration, a reduction in the cost of legalization to an economically justified level, the creation of a single coordinating body of a civil type, and the introduction of digital services that reduce transaction costs.

Keywords: labor migration, institutional traps, patent system, informal employment, migration policy, labor market, regional disparities.

References

1. Federal State Statistics Service (Rosstat). Trud i zanyatost' v Rossii : statisticheskiy sbornik [Labor and Employment in Russia : Statistical Compilation]. Moscow : Rosstat, 2025. 320 p. (in Russian).
2. On the Concept of State Migration Policy of the Russian Federation for 2026–2030 : Decree of the President of the Russian Federation No. 738 of October 15, 2025 // Collected Legislation of the Russian Federation. – 2025. – No. 42. – Art. 5896. (in Russian).
3. Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. Svedeniya o migratsionnoy situatsii v Rossiyskoy Federatsii za 2020–2025 gody : statisticheskiy byulleten' [Data on the Migration Situation in the Russian Federation for 2020–2025 : Statistical Bulletin]. Moscow : Main Directorate for Migration Affairs of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2026. 210 p. (in Russian).
4. Borjas G.J. Immigration Economics. – Cambridge, MA : Harvard University Press, 2014. – 288 p.
5. Piore M.J. Birds of Passage: Migrant Labor and Industrial Societies. – Cambridge : Cambridge University Press, 1979. – 240 p.
6. Iontsev V.A. Mezhdunarodnaya migratsiya naseleniya : teoriya i istoriya izucheniya [International Migration of Population : Theory and History of Study]. Moscow : Dialog-MGU, 1999. 370 p. (in Russian).
7. Rybakovsky L.L. Migratsionnaya politika Rossii : teoriya i praktika [Migration Policy of Russia : Theory and Practice]. Moscow : ISPI RAN, 2003. 240 p. (in Russian).
8. Ryazantsev S.V., Khorie N. Modelirovanie potokov trudovoy migratsii iz stran Tsentral'noy Azii v Rossiyu [Modeling of Labor Migration Flows from Central Asian Countries to Russia]. Moscow : Nauchnyy mir, 2011. 160 p. (in Russian).
9. Mukomel V.I. Politika integratsii migrantov v Rossii : vyzovy, potentsial, riski [Migration Integration Policy in Russia : Challenges, Potential, Risks]. Moscow : Spetskniga, 2013. 120 p. (in Russian).
10. Chudinovskikh O.S. Administrativnaya statistika mezhdunarodnoy migratsii : istochniki, problemy i situatsiya v Rossii [Administrative Statistics of International Migration : Sources, Problems and the Situation in Russia] // Voprosy statistiki [Statistical Issues]. – 2016. – No. 2. – P. 32–46. (in Russian).
11. Bedrik A.V., Serikov A.V. Riski realizatsii gosudarstvennoy migratsionnoy politiki Rossii na sovremennom etape [Risks of Implementing the State Migration Policy of Russia at the Present Stage] // Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Obshchestvennye nauki [University Bulletin. North Caucasus Region. Social Sciences]. – 2016. – No. 4. – P. 60–64. (in Russian).
12. Egorchev M.G. Optimizatsiya migratsionnoy politiki Rossiyskoy Federatsii : analiz problem adaptatsii i krizisnogo upravleniya [Optimization of the Migration Policy of the Russian Federation : Analysis of Adaptation and Crisis Management Problems] // Pravovoe gosudarstvo: teoriya i praktika [Rule of Law: Theory and Practice]. – 2025. – No. 1. – P. 9–30. (in Russian).
13. Anureev S.V. Otsenka vliyaniya nelegal'noy migratsii na byudzhet Rossii [Assessment of the Impact of Illegal Migration on the Russian Budget] // Finansy i kredit [Finance and Credit]. – 2025. – No. 3. – P. 18–25. (in Russian).

Финансовая поддержка экспорта как инструмент развития внешнеторговых отношений

Сурков Павел Андреевич
аспирант, Всероссийской Академии внешней торговли, Министерство экономического развития Российской Федерации, shejh@mail.ru

Развитие экспорта в настоящее время является одним из важнейших условий для процветания страны при активном участии мирового рынка и увеличении её конкурентоспособности на мировых рынках. Успешное формирование экспортного потенциала во многом определяется эффективностью политики государственной поддержки экспортирующих предприятий. Отдельного внимания заслуживает финансовая помощь в сфере экспорта, которая может выступать в таких формах, как экспортный кредит, экспортное страхование, государственные гарантии, компенсация процентной ставки. Также существуют и другие формы. В данной статье приводится характеристика финансового обеспечения экспорта. Также рассмотрены формы и способы реализации этого механизма. Представлено воздействие различных финансовых средств на внешнюю торговлю государства. Отдельное внимание посвящено российскому опыту содействия развитию экспорта и рассмотрены возможности модернизации действующих инструментов в новых макроэкономических реалиях. Помимо прочего, аргументирована потребность в консолидации экспортного кредитования, страховой защиты и государственных гарантий в рамках целостного механизма, способного стимулировать экспортную активность российских предприятий. По мнению автора, показанный механизм способен стимулировать экспортную активность российских предприятий в условиях современной трансформации глобальной экономики.
Ключевые слова: экспорт, финансовая поддержка, внешнеторговые отношения, экспортное кредитование, государственная поддержка, торговля.

Рост внешней торговли - ключевой элемент в обеспечении стабильного развития экономики страны и роста ее конкурентных возможностей. В условиях роста конкуренции на мировых рынках страны заинтересованы обеспечить выход своих производителей на внешние рынки. Эффективным методом решения поставленной задачи является стимулирование экспорта. Современные внешнеторговые отношения характеризуются высокой степенью неопределенности, наличием политических, коммерческих и валютных рисков. В связи с этим предприятия-экспортеры зачастую сталкиваются с дефицитом финансовых ресурсов, необходимостью привлечения дорогостоящего кредитования и ограниченными возможностями страхования экспортных операций. Государственная финансовая поддержка позволяет снизить данные ограничения и способствует увеличению объемов экспорта.

Актуальность исследования объясняется тем, что сегодня поддержку экспорта со стороны государства нужно выстраивать заново. На это давят изменения в мировой экономике, появление новых логистических путей и перераспределение внешнеторговых потоков.

Обзор научных работ по этой проблеме показывает, что в России накоплен значительный массив исследований, посвященных разным аспектам экспортной деятельности. Однако в крупных теоретических трудах вопросы финансового стимулирования экспорта раскрыты не в полной мере, а сами подходы к нему пока не собраны в единую систему. Теоретические, методические и прикладные вопросы финансовой поддержки экспортеров давно интересуют многих российских исследователей. К этой теме обращались А. Ю. Кнобель, А. Ю. Евстегнеева, Ю. А. Савинов, А. Ю. Мигунов, И. Н. Васютченко, Е. С. Тарасенко, Л. В. Крылова, Д. М. Сахаров, В. В. Рыбаков, Т. В. Касаева, Н. О. Якушев и другие.

Анализ их работ показывает, что основное внимание в них сосредоточено на финансовом обеспечении экспорта на общегосударственном уровне и на разборе уже действующих инструментов. При этом видно, что вопрос совершенствования мер поддержки экспорта как одного из факторов повышения конкурентоспособности страны проработан недостаточно. В условиях нынешних изменений в экономике, переноса внешнеторговых потоков и ограниченного доступа к мировым финансовым рынкам особенно важно разрабатывать и вводить новые финансовые инструменты для экспортеров. Они должны помогать наращивать экспортные возможности страны и решать ключевые задачи ее социально-экономического развития.

Тема исследования важна, но при этом изучена слабо, а единого подхода к тому, как оценивать финансовую поддержку экспорта в России, до сих пор нет. Именно поэтому были сформулированы цель и задачи этой работы.

Цель статьи – оценить эффективность финансовой поддержки экспорта как инструмента развития внешнеторговых связей.

Объект исследования - существующие подходы к оценке эффективности финансовой поддержки экспортной деятельности.

Предмет исследования - организационные и экономические отношения, которые возникают между федеральными и региональными органами управления при подготовке и реализации программ по стимулированию экспорта.

Научная новизна этой работы заключается в том, что теоретические подходы к финансовой поддержке экспорта как одному из способов регулирования внешнеторговых отношений здесь рассмотрены по-новому. В ходе анализа теоретической базы финансового содействия экспорту были сформулированы выводы, которые расширяют представление об этой теме и показывают, насколько она важна для экономической науки.

1. Более точно раскрыто содержание термина «финансовая поддержка экспорта». Под ним понимается целый комплекс мер государственного регулирования и финансового содействия: экспортное кредитование, страхование экспортных рисков, предоставление гарантий, субсидий, льготного финансирования и других инструментов. Все эти меры нужны для того, чтобы повысить конкурентоспособность российских экспортеров, укрепить их позиции на мировых рынках и обеспечить устойчивый рост экспорта страны. В таком виде финансовая поддержка выступает как единый механизм, нацеленный на развитие экспортного потенциала. В его состав входят финансирование, страхование, гарантийная поддержка и управление рисками.

2. Обоснована необходимость объединить экспортное кредитование, страхование и государственные гарантии в единую систему, способную поддерживать экспортную активность российских компаний в условиях меняющейся мировой конъюнктуры.

В современных условиях предприятия продают товары за границу не только для того, чтобы получать валютную выручку. Ими также осуществляется развитие технологий в экономике, создаются новые рабочие места и укрепляются связи между государствами в экономической сфере. По этой причине государство регулирует экономику в Российской Федерации в том числе через предоставление денежных средств экспортерам [17].

В научных работах понятие финансовой поддержки экспорта объясняется различными способами. Это происходит потому, что авторы описывают разные стороны и технические инструменты, которые входят в данный механизм.

В таблице 1, приведенной ниже, систематизированы различные авторские подходы к пониманию данной категории.

Если собрать все определения вместе, финансовая поддержка экспорта — это, по сути, система мер, которая помогает стране усиливать свои позиции в конкуренции на внешних рынках. Этой поддержкой занимаются государственные и частные институты: они дают компаниям финансовые инструменты и разные механизмы, чтобы тем было проще выходить на мировые рынки. Объекты финансовой поддержки экспорта это конкретные инструменты и меры, которые используются для развития экспортной деятельности. Основная цель финансовой поддержки экспортной деятельности — стимулирование внешнеэкономической деятельности, повышение конкурентоспособности экспортёров и снижение рисков при выходе на международные рынки.

Таблица 1
Подходы к определению понятия «финансовая поддержка экспорта»

Автор	Определение
Савинов Ю.А., Мигунов А.Ю.	Комплекс мер, обеспечивающих финансовую поддержку экспортной деятельности, включает в себя целый ряд инструментов. Эти инструменты упрощают доступ экспортеров к заемным средствам и помогают снизить риски, которые могут возникнуть при проведении внешнеэкономических операций. Иногда это понятие ошибочно сводят только к экспортному кредитованию (отсрочке платежей), но такой подход не совсем верен, поскольку не учитывает все разнообразие существующих механизмов[11]
Нарышкин А. А.	Финансирование экспортной деятельности является одним из основных инструментов, способствующих активизации внешнеэкономической деятельности, особенно когда речь идет о продвижении высокотехнологичных товаров на международных рынках. Этот механизм не только способствует увеличению объемов поставок продукции за рубеж, но и помогает отечественным производителям создавать устойчивые конкурентные преимущества в условиях глобализации [7]
Васютченко И. Н.	Финансовая поддержка экспорта представляет собой систему, объединяющую государственные и частные организации, которые создают специальные программы, целью которых является оказание помощи и поощрение экспортеров [1]
Косов М. Е.	Финансовая поддержка экспорта - это комплекс мер по повышению конкурентоспособности отечественных производителей на международном рынке. Основными элементами этой системы являются льготное кредитование, возмещение затрат, страхование экспортных рисков и налоговые преференции [5]

Источник: составлено автором

Таким образом, сущность понятия «финансовая поддержка экспорта» в следующем, финансовая поддержка экспорта представляет собой совокупность мер государственного регулирования и финансового содействия, включающих экспортное кредитование, страхование экспортных рисков, предоставление гарантий, субсидий, льготного финансирования и иных финансовых инструментов, реализуемых в целях повышения конкурентоспособности российских экспортеров, расширения их присутствия на мировых рынках и обеспечения устойчивого роста национального экспорта. В предложенном определении можно отметить новизну в том, что в данном случае финансовая поддержка рассматривается как интегрированный механизм развития экспортного потенциала, объединяющего функции финансирования, страхования, гарантирования и риск-менеджмента. Таким образом, можно сделать вывод, что экономическая сущность финансовой поддержки экспорта проявляется через реализацию определенных функций. Данные функции представлены на рисунке 1.

Функции, представленные на рисунке 1, часто реализуются в комплексе в рамках государственной политики поддержки экспорта, которая включает как прямые меры поддержки, так и создание инфраструктуры, нормативной базы и других инструментов.

Стимулирующая функция, по мнению авторов Турилиной В. А. и Калашниковой И. В., связана с созданием условий для расширения экспортной активности предприятий [16]. Реализация инвестиционной функции предоставляет возможность распоряжаться финансовыми ресурсами. Эти средства идут на экспортные проекты. Компенсирующая функция позволяет устранить избыточные расходы, возникающие при освоении зарубежных рынков, которые в противном случае могли бы привести к финансовому краху предприятия. Защитная функция работает жестко: страхование рисков и государственные гарантии выступают единственным барьером перед возможными потерями. Тарасенко Е.С., Крылова Л.В. считают так: страны, где экспортная политика развита, внедряют финансовые инструменты поддержки. Их цель - продвижение национальных производителей на международные рынки [15].

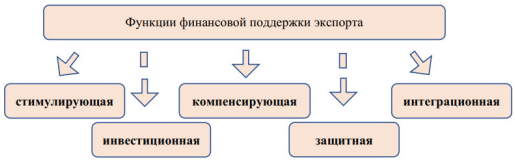


Рисунок 1 – Функции финансовой поддержки экспорта
Источник: составлено автором

По мнению Касаевой, достаточная ликвидность стимулирует рост объемов международной торговли. При этом надёжные механизмы кредитования создают прочную опору для местных компаний на мировых рынках, где царит нестабильность и высокая неопределенность [3].

Важнейшие направления воздействия финансовой поддержки на внешнеторговые отношения представлены на рисунке 2.

Как отмечает автор Сахаров Д. М., компании, располагающие инструментами экспортного финансирования, получают новые возможности для успешного осуществления крупных международных сделок и укрепления своих позиций на рынке [12].

Кроме того, государственная поддержка способствует снижению уровня неопределенности при осуществлении экспортных операций и формированию долгосрочных партнерских отношений с иностранными контрагентами.

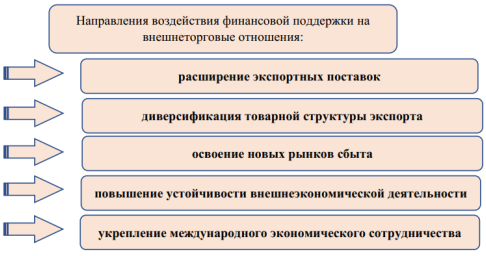


Рисунок 2 – Направления воздействия финансовой поддержки на внешнеторговые отношения
Источник: составлено автором

Несмотря на развитие системы государственной поддержки, автор Рыбаков В.В. отмечает в своих работах, что российские экспортеры сталкиваются с рядом трудностей. Основные проблемы представлены на рисунке 3. Кнобель А. Ю. подчеркивает, что данные проблемы наиболее остро проявляются в секторе малого и среднего предпринимательства, главным образом вследствие их ограниченных финансовых ресурсов [4].

Евстегнеева А. Ю., со своей стороны, указывает, что в условиях текущего экономического развития Российской Федерации финансовое стимулирование экспорта признается одним из приоритетных рычагов государственной внешнеэкономической политики [2].

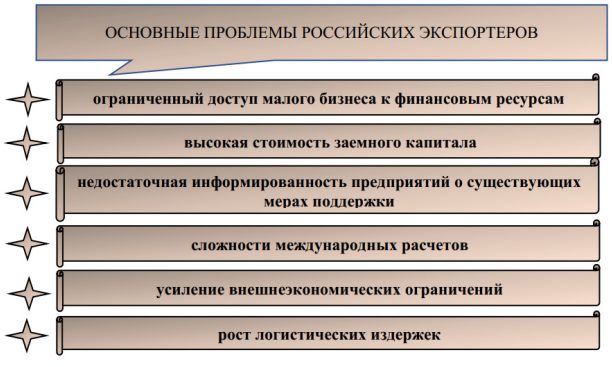


Рисунок 3 - Основные проблемы российских экспортеров
Источник: составлено автором на основе данных [10]

По мнению авторов Смирновой А. А. и Степановой Е. О., создание системы поддержки экспорта обусловлено необходимостью повысить конкурентоспособность российских товаров и услуг на мировом рынке, диверсифицировать структуру экспорта и увеличить долю продукции с высокой добавленной стоимостью [13].

Ключевое положение в этой системе занимает Российский экспортный центр, который обеспечивает всестороннюю поддержку предприятиям, ориентированным на экспорт [8]. Его работа направлена на то, чтобы компании имели доступ к различным финансовым и нефинансовым инструментам поддержки.

Основные направления финансовой поддержки экспорта в России представлены на рисунке 4.

Рисунок 4 - Основные направления финансовой поддержки экспорта
Источник: составлено автором

С точки зрения К.Г. Сычевой, ключевым стратегическим вектором государственной политики является комплексная поддержка расширения несырьевого и неэнергетического экспорта [14]. В рамках этой доктрины рост промышленного производства, агропромышленного комплекса, компаний, занимающихся информационными технологиями, и сектора услуг рассматривается как важнейший фактор, определяющий стабильное и поступательное развитие национальной экономики.

Внешняя торговля служит важным показателем экономического развития Российской Федерации. Рассмотрение на рисунке 5 экспортной структуры страны за 2021–2025 годы позволяет охарактеризовать общие тенденции и отмечает нестабильность динамики.

Рисунок 5 – Динамика внешней торговли Российской Федерации товарами за период с 2021 года по 2025 год
Источник: составлено автором на основе данных [9]

Согласно данным представленным на рисунке 5, в 2022 году объём российского экспорта достиг максимума за период с 2021 по 2025 год и составил 592 млрд, долл. США. Данный показатель в стоимостном выражении указывает на восстановление экономики после кризиса, спровоцированного пандемией. Но стоит отметить, что в целом за период с 2021 года по 2025 год наблюдается негативная тенденция, что свидетельствует об ухудшении экономической ситуации в стране.

В последние годы значимость финансовой поддержки существенно возросла вследствие изменения международной экономической конъюнктуры, санкционного давления и переориентации внешнеторговых связей на рынки Азии, Ближнего Востока, Африки и Латинской Америки.

Как отмечает в своих работах автор Якушев Н.О., в данных условиях возрастает роль государственных институтов развития, обеспечивающих доступ предприятий к финансовым ресурсам и механизмам страховой защиты экспортных операций [18].

По мнению таких исследователей, как М.А. Максакова и С.С. Ткаченко, дальнейшие перспективы развития финансовой поддержки экспорта в Российской Федерации тесно связаны с углублением цифровизации экспортных услуг, расширением спектра преференциальных программ финансирования, модернизацией системы страхования экспортных рисков, а также повышением доступности государственной помощи для предприятий малого и среднего бизнеса [6].

Если успешно воплотим в жизнь представленные выше стратегические планы, это позволит не просто укрепить позиции отечественных компаний в мировой экономике, но и заметно увеличить ассортимент и объемы товаров, идущих на экспорт, а также сделать международное экономическое сотрудничество гораздо более продуктивным.

Так, финансовая помощь экспорту представляет собой ключевой механизм развития мировой торговли и содействия устойчивому экономическому росту. Использование различных инструментов, таких как экспортные кредиты, покрытие рисков, государственные гарантии и субсидии, помогает смягчить финансовые препятствия для предприятий, стремящихся выйти на международные рынки, тем самым повышая конкурентоспособность отечественных производителей.

Исследования показывают, что эффективность международных торговых операций во многом зависит от зрелости и совершенства системы финансовой поддержки экспорта. В современных условиях особенно важно усовершенствовать механизмы государственной поддержки российских предприятий, стремящихся выйти на зарубежные рынки.

Последовательное инвестирование в экспортную деятельность, расширение доступа компаний к финансовым ресурсам и совершенствование работы вспомогательных организаций - эти меры, безусловно, станут основой для укрепления экспортного потенциала России и вклада в ее текущую рекламную кампанию.

Литература

1. Васютченко, И.Н. Государственная поддержка экспорта: мировой опыт / И.Н. Васютченко. – Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2010. – Т.8 №1 (часть 3) - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-podderzhka-eksporta-mirovoy-opyt

2. Евстегнеева, А. Ю. Государственная финансовая поддержка российского малого и среднего предпринимательства / А. Ю. Евстегнеева // Вестник евразийской науки. - 2023. - Т. 15. - № s3. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://esj.today/PDF/59FAVN323.pdf

3. Касаева, Т. В. Мировой опыт государственной поддержки деятельности предприятий-экспортеров / Т. В. Касаева, А. М. Чотчаев. - Текст : непосредственный // Исследования молодых ученых : материалы LV Междунар. науч. конф. (г. Казань, февраль 2023 г.). - Казань : Молодой ученый, 2023. - С. 18-23. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://moluch.ru/conf/stud/archive/480/17787

4. Кнобель, А.Ю. Внешнеэкономическая деятельность как источник экономического роста/А. Ю. Кнобель, А. Н. Спартак, М. А. Баева, Ю. К. Зайцев, А. Д. Левашенко, А. Н. Лощенкова, О. В. Пономарева, К. А. Прока.- М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, - 2019.- 60 с.

5. Косов, М.Е, Анализ государственной системы стимулирования экспорта в Российской Федерации // М.Е, Косов. – E-Management. – 2025. – Т.8 №3. – С. 31-43. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-gosudarstvennoy-sistemy-stimulirovaniya-eksporta-v-rossiyskoy-federatsii

6. Максакова М.А., Ткаченко С.С. Использование цифровых технологий для поддержки российского экспорта // Экономические и социальные проблемы России. – 2024. – №3. – С. 176–190. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovyh-tehnologiy-v-tselyah-podderzhki-rossiyskogo-eksporta

7. Нарышкин, А.А, Финансовые и нефинансовые инструменты поддержки экспо1рта / А.А, Нарышкин. - Вестник МГИМО-Университета. 2021. 14(2). С. 72-91. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovye-i-nefinansovye-instrumenty-podderzhki-eksporta

8. Официальный сайт АО «Российский экспортный центр» (РЭЦ) - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.exportcenter.ru/

9. Официальный сайт Банк России. Статистика внешнего сектора/ - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXlUFoewruB4W7e0wBtS702DTsap

yxr3mhMA8Q5TLToa6Qqu-OwY8sWASzv8jP-t4uWueFOpkA1E-nqyzWYJeOSzdESyBkCBlD5D9h2f05fRsWKKpJZJcb6-ZOwGYi6YQGpwamrVG3w%3D%3D%

10. Рыбаков, В. В. Проблемы и перспективы развития экспортного потенциала Российской Федерации в условиях преодоления санкционных ограничений / В. В. Рыбаков, Т. Н. Мамедов, А. Д. Зверева, Д. Е. Морковкин // Вестник евразийской науки. - 2023. - Т. 15. - № 3. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://esj.today/PDF/32FAVN323.pdf

11. Савинов, Ю. А., Мигунов, А. Ю. Новые направления в предоставлении средств финансовой поддержки экспорта / Ю.А. Савинов, А.Ю. Мигунов. – Российский внешнеэкономический вестник. – 2007. - № 10. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-napravleniya-v-predostavlenii-sredstv-finansovoy-podderzhki-eksporta

12. Сахаров, Д.М. Развитие инструментов государственной финансовой поддержки российского экспорта в современных условиях. Мир новой экономики. 2022;16(4):54-66. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-instrumentov-gosudarstvennoy-finansovoy-podderzhki-rossiyskogo-eksporta-v-sovremennyh-usloviyah

13. Смирнова, А. А, и Степанова, Е. О. Направления повышения конкурентоспособности поддержки российских экспортеров / А.А. Смирнова, Е.О. Степанова. - Журнал «Теоретическая экономика» - 2019 - №11 – С 95-106 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-povysheniya-konkurentosposobnosti-podderzhki-rossiyskih-eksporterov

14. Сычева, К.Г. Интеграция России в глобальные производственные цепочки: перспективы развития несырьевого неэнергетического экспорта / К.Г. Сычева - Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. - 2024. - № 4 (51). - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-rossii-v-globalnye-proizvodstvennye-tsepochki-perspektivy-razvitiya-nesyrievogo-neenergeticheskogo-eksporta

15. Тарасенко, Е. С., Крылова, Л. В. Система поддержки экспортного кредитования в России и ее роль в развитии экспортам в условиях санкций // Прикладные экономические исследования. – 2026. – № 1. – С. 210–220 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-eksportnogo-kreditovaniya-v-rossii-i-ee-rol-v-razvitii-eksporta-v-usloviyah-sanktsiy

16. Турилина, В. А., Калашникова, И. В. Содействие экспортной деятельности в России. // В. А. Турилина, И. В. Калашникова. - Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ». - 2025, Том 16, № 1, С. 248 – 254. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/sodeystvie-eksportnoy-deyatelnosti-v-rossii

17. Федеральный закон «Об основах государственного регулирования внешнеторговой деятельности» от 08.12.2003 N 164-ФЗ (последняя редакция). – [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45397/

18. Якушев, Н.О. Перспективы развития российского несырьевого экспорта: особенности реализации национального проекта // Н.О. Якушев. - Вестник МФЮА. – 2023. - № 4. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-rossiyskogo-nesyrievogo-eksporta-osobennosti-realizatsii-natsionalnogo-proekta

Financial support for exports as a tool for developing foreign trade relations

Surkov P.A.
Ministry of Economic Development of the Russian Federation

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Export development is currently one of the most important conditions for a country's prosperity through active participation in the global market and enhancement of its international competitiveness. The successful formation of the export potential is largely determined by the effectiveness of state support policies for exporting enterprises. Particular attention deserves financial assistance in the export sphere, which can take such forms as export credits, export insurance, state guarantees, interest rate compensation, and other instruments. This article provides a characteristic of financial support for exports, examines the forms and methods of implementing this mechanism, and presents the impact of various financial instruments on a state's foreign trade. Special attention is paid to the Russian experience in promoting export development and the possibilities of modernising existing instruments in the new macroeconomic realities. Furthermore, the need is substantiated for consolidating export crediting, insurance protection, and state guarantees within a holistic mechanism capable of stimulating the export activity of Russian enterprises. In the author's opinion, the described mechanism is can boost the export activity of Russian companies in the context of the current transformation of the global economy.

Keywords: export, financial support, foreign trade relations, export crediting, state support, trade.

References

1. Vasyutchenko, I.N. (2010). State support for exports: world experience. Economic Bulletin of Rostov State University, Vol. 8, No. 1 (part 3). [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennaya-podderzhka-eksporta-mirovoy-opyt
2. Yevstegneeva, A.Yu. (2023). State financial support for Russian small and medium-sized enterprises. Bulletin of Eurasian Science, Vol. 15, No. s3. [Electronic resource]. Available at: https://esj.today/PDF/59FAVN323.pdf
3. Kasaeva, T.V., & Chotchaev, A.M. (2023). World experience of state support for exporting enterprises. In: Research of Young Scientists: Proceedings of the LV International Scientific Conference (Kazan, February 2023), pp. 18–23. Kazan: Young Scientist. [Electronic resource]. Available at: https://moluch.ru/conf/stud/archive/480/17787
4. Knobel, A.Yu., Spartak, A.N., Baeva, M.A., Zaitsev, Yu.K., Levashenko, A.D., Loshchenkova, A.N., Ponomareva, O.V., & Proka, K.A. (2019). Foreign economic activity as a source of economic growth. Moscow: Publishing House "Delo" RANEPA, 60 p.
5. Kosov, M.E. (2025). Analysis of the state system for stimulating exports in the Russian Federation. E-Management, Vol. 8, No. 3, pp. 31–43. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-gosudarstvennoy-sistemy-stimulirovaniya-eksporta-v-rossiyskoy-federatsii
6. Maksakova, M.A., & Tkachenko, S.S. (2024). Use of digital technologies to support Russian exports. Economic and Social Problems of Russia, No. 3, pp. 176–190. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-tsifrovyh-tehnologiy-v-tselyah-podderzhki-rossiyskogo-eksporta
7. Naryshkin, A.A. (2021). Financial and non-financial instruments for export support. MGIMO University Bulletin, 14(2), pp. 72–91. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovye-i-nefinansovye-instrumenty-podderzhki-eksporta
8. Official website of JSC "Russian Export Center" (REC). [Electronic resource]. Available at: https://www.exportcenter.ru/
9. Official website of the Bank of Russia. External sector statistics. [Electronic resource]. Available at: https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXlUFoewruB4W7e0wBtS702DTsapyxr3mhMA8Q5TLToa6Qqu-OwY8sWASzv8jP-t4uWueFOpkA1E-nqyzWYJeOSzdESyBkCBlD5D9h2f05fRsWKKpJZJcb6-ZOwGYi6YQGpwamrVG3w%3D%3D%
10. Rybakov, V.V., Mamedov, T.N., Zvereva, A.D., & Morkovkin, D.E. (2023). Problems and prospects for the development of Russia's export potential in overcoming sanctions restrictions. Bulletin of Eurasian Science, Vol. 15, No. 3. [Electronic resource]. Available at: https://esj.today/PDF/32FAVN323.pdf
11. Savinov, Yu.A., & Migunov, A.Yu. (2007). New directions in providing financial support for exports. Russian Foreign Economic Bulletin, No. 10. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/novye-napravleniya-v-predostavlenii-sredstv-finansovoy-podderzhki-eksporta
12. Sakharov, D.M. (2022). Development of instruments for state financial support of Russian exports in modern conditions. World of New Economy, 16(4), pp. 54–66. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-instrumentov-gosudarstvennoy-finansovoy-podderzhki-rossiyskogo-eksporta-v-sovremennyh-usloviyah
13. Smirnova, A.A., & Stepanova, E.O. (2019). Directions for increasing the competitiveness of support for Russian exporters. Journal "Theoretical Economics", No. 11, pp. 95–106. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-povysheniya-konkurentosposobnosti-podderzhki-rossiyskih-eksporterov
14. Sycheva, K.G. (2024). Russia's integration into global value chains: prospects for the development of non-primary non-energy exports. Bulletin of Moscow University named after S.Yu. Witte. Series 1. Economics and Management, No. 4 (51). [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-rossii-v-globalnye-proizvodstvennye-tsepochki-perspektivy-razvitiya-nesyrievogo-neenergeticheskogo-eksporta
15. Tarasenko, E.S., & Krylova, L.V. (2026). The system of export credit support in Russia and its role in the development of exports under sanctions. Applied Economic Research, No. 1, pp. 210–220. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-podderzhki-eksportnogo-kreditovaniya-v-rossii-i-ee-rol-v-razvitii-eksporta-v-usloviyah-sanktsiy
16. Turilina, V.A., & Kalashnikova, I.V. (2025). Facilitation of export activities in Russia. Electronic scientific publication "Scientific Notes of TOGU", Vol. 16, No. 1, pp. 248–254. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sodeystvie-eksportnoy-deyatelnosti-v-rossii
17. Federal Law No. 164-FZ of 08.12.2003 "On the Fundamentals of State Regulation of Foreign Trade Activities" (current version). [Electronic resource]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45397/
18. Yakushev, N.O. (2023). Prospects for the development of Russian non-resource exports: features of the implementation of the national project. Bulletin of MFYuA, No. 4. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-rossiyskogo-nesyrievogo-eksporta-osobennosti-realizatsii-natsionalnogo-proekta

Влияние цифровой экономики на энергоэффективность Китая: эмпирический анализ на основе панельных данных по провинциям

Ся Синь
аспирант, направление «Региональная и отраслевая экономика», Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1042248041@pfur.ru,

Сянь Вэйчэн
аспирант, направление «Региональная и отраслевая экономика», Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 568060068@qq.com,

Раджу Мохаммад Камрул Алам
старший преподаватель, направление «Региональная и отраслевая экономика», Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, radzhu-mokhammad-k@rudn.ru

Цель: оценить влияние развития цифровой экономики на углеродную интенсивность экономики Китая на провинциальных данных 2010–2024 гг. и выявить роль политики пилотных регионов рынка углеродных квот.
Выводы: цифровая экономика — существенный фактор углеродной производительности Китая, реализуемый преимущественно через канал экономического роста и в сочетании с углеродным ценообразованием; результаты обосновывают комплементарное развитие цифровой инфраструктуры и углеродного рынка.
Ключевые слова: цифровая экономика, энергоэффективность, углеродоемкость, метод энтропии, пилотные зоны углеродного рынка.

1. Введение

Достижение целей углеродной нейтральности до 2060 г., объявленных Председателем КНР Си Цзиньпином в сентябре 2020 г., и пика выбросов до 2030 г. предъявляет повышенные требования к структуре источников энергии и эффективности её использования. В период реализации 14-го пятилетнего плана (2021–2025 гг.) энергоёмкость ВВП Китая снизилась на 11.6 %, доля неископаемых источников в первичном энергопотреблении возросла с 16 % в 2020 г. до 19.8 % в 2024 г. [1]. Однако сохраняющийся высокий вес угольной генерации (около 58 % в 2024 г.) и территориальная неоднородность темпов снижения углеродной интенсивности по 31 провинции страны требуют выявления факторов, способных усилить «зелёный» энергопереход без замедления экономического роста.

Цифровая экономика рассматривается как один из перспективных институциональных и технологических факторов повышения энергоэффективности. В Китае добавленная стоимость цифровой экономики в 2023 г. составила 53.9 трлн юаней, или 42.8 % ВВП, по данным Министерства промышленности и информатизации КНР. Государственный совет КНР в 2021 г. утвердил «План развития цифровой экономики на 14-ю пятилетку», в котором повышение энергоэффективности на основе цифровых технологий определено в качестве одного из приоритетов. Аналогичная программная установка содержится в «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года», утверждённой распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2025 г. № 908-р [2], что делает китайский опыт релевантным для регулирующих органов России.

Настоящая работа направлена на устранение этих ограничений. Композитный индекс цифровой экономики строится на основе семи субиндикаторов с использованием энтропийно-весового подхода, обеспечивающего объективность весов и независимость от экспертных суждений. На панельных данных 31 провинции Китая за 2010–2024 гг. (465 наблюдений) оценивается влияние индекса DEI на углеродную производительность ВРП в спецификациях с двусторонними фиксированными эффектами. В качестве модератора связи рассматривается политика пилотных регионов рынка углеродных квот, действовавших в семи провинциях с 2013–2014 гг. (Пекин, Тяньцзинь, Шанхай, Чунцин, Хубэй, Гуандун, Шэньчжэнь).

Научная новизна работы состоит в трёх аспектах. Во-первых, предложен оригинальный композитный индекс цифровой экономики, включающий институциональное измерение (частотность терминов «цифра/данные» в отчётах правительства, рассчитанная по методу TF-IDF), и охватывающий расширенный временной диапазон 2010–2024 гг. с явным описанием процедуры восполнения пропущенных данных за граничные годы. Во-вторых, в эконометрической модели идентифицируется не только прямой эффект цифровой экономики, но и взаимодействие с рынком углеродных квот, что позволяет оценить комплементарность цифровых и регуляторных инструментов. В-третьих, для подтверждения устойчивости результатов применяется пять спецификаций (Pooled OLS, провинциальные фиксированные эффекты, годовые фиксированные эффекты, двусторонние фиксированные эффекты, спецификация с взаимодействием), а также четыре проверки робастности (альтернативная мера энергоэффективности, исключение городов центрального подчинения, лагированная DEI, ограничение выборки периодом до 2017 г.).

2. Литературный обзор

Исследования факторов энергоэффективности можно условно разделить на три группы. К первой относятся работы по структуре экономики и её энергоёмкости. Зу и соавторы (Zou и др., 2013) на основе панельных данных 30 провинций Китая 2003–2010 гг. с применением метода главных компонент показали, что доля третичного сектора отрицательно связана с энергоёмкостью ВРП, а доля вторичного сектора — положительно [3]. На (Na и др., 2019) в обзоре методологий оценки энергоэффективности чёрной металлургии установили, что доля энергоёмких отраслей объясняет от 35 % до 60 % межрегиональных различий энергоёмкости в развивающихся экономиках [4]. Лян и соавторы (Liang

и др., 2018) подтвердили устойчивость взаимосвязи структуры производства и энергоэффективности на материале 30 провинций Китая 2005–2014 гг. с использованием комбинации PCA-Entropy-TOPSIS [5].

Ко второй группе относятся работы, посвящённые роли технологических инноваций. О и Хильдрет (Oh и Hildreth, 2014) с использованием стохастической и детерминированной граничных моделей оценили технический прогресс в автомобильной промышленности и выявили существенный вклад технологических инноваций в снижение удельного потребления энергии [6]. Эажил и соавторы (Eazhil и др., 2024) показали, что комбинированный метод PCA-Entropy-TOPSIS позволяет одновременно учитывать множественные технические параметры при оценке энергопотерь [7]. Чжао и соавторы (Zhao и др., 2022) подтвердили нелинейное влияние экологического регулирования на эффективность возобновляемой энергии [8].

Третья группа работ непосредственно посвящена связи цифровой экономики и энергоэффективности. Лю и Чжан (Liu и Zhang, 2023) на панельных данных 285 китайских городов 2003–2019 гг. установили U-образную зависимость между уровнем цифровизации и энергоёмкостью ВВП: при низком уровне цифровизации внедрение ИКТ сопряжено с ростом энергопотребления (эффект «возврата», англ. rebound effect), при достижении пороговых значений — со снижением [9]. Лин и Чжоу (Lin и Zhou, 2023) методом разностей в разностях показали, что пилотные программы «умных городов» в Китае ассоциированы со снижением углеродной интенсивности на 6.3 % в среднем относительно контрольной группы [10]. Юй и соавторы (Yu и др., 2024) с применением спатиальной модели Дарбина на провинциальных данных 2011–2021 гг. выявили положительные пространственные эффекты перетекания цифровой экономики на углеродную производительность соседних регионов [11].

Применительно к российской действительности Проскурякова (2017) на основе анализа сценариев Foresight показала, что цифровизация энергетики является одним из ключевых технологических приоритетов России до 2030 г. [12]. Бадылевич (2023) выявил структурные ограничения цифрового перехода в энергетическом секторе Северо-Запада России, в первую очередь связанные с износом инфраструктуры и недостаточным объёмом инвестиций [13]. Эти работы подчёркивают актуальность изучения китайского опыта для российской регуляторной практики.

Имеющиеся исследования преимущественно сосредоточены либо на изолированной оценке цифровой экономики, либо на оценке отдельных факторов энергоэффективности. Гораздо менее изучены вопросы комплементарности цифровой экономики и углеродного ценообразования. Чжан и соавторы (Zhang и др., 2022) на материале пилотных регионов углеродного рынка показали, что эффект введения квот существенно различается между регионами с высоким и низким уровнем цифровой инфраструктуры [14], что мотивирует включение в эконометрическую модель эффекта взаимодействия DEI с дамми-переменной пилотного региона.

3. Теоретический механизм

Цифровая экономика влияет на углеродную интенсивность ВРП через четыре основных канала. Первый канал — повышение производственной эффективности на уровне предприятия за счёт внедрения промышленного интернета вещей (IIoT), систем интеллектуального управления производством и предиктивного обслуживания оборудования. Снижение простоев и оптимизация технологических процессов уменьшают удельное потребление энергии при том же объёме выпуска. Второй канал — структурное изменение экономики в сторону услуг и высокотехнологичных отраслей. Развитие цифровой экономики стимулирует рост сектора информационных услуг, программного обеспечения и платформенной экономики, имеющих существенно более низкую энергоёмкость по сравнению с традиционной обрабатывающей промышленностью.

Третий канал — ускорение технологических инноваций. Цифровые технологии снижают трансакционные издержки на исследования и разработки, способствуют коммерциализации патентов и развитию рынка технологий. Это особенно проявляется в зелёных технологиях: энергосберегающие решения, разработанные на основе искусственного интеллекта и больших данных, обладают более высокой энергоэффективностью на стадии эксплуатации. Четвёртый канал — институциональная поддержка. Государственная политика, направленная на развитие цифровой экономики, обычно сопровождается параллельным развитием инфраструктуры экологического мониторинга, цифровых платформ учёта выбросов и систем верификации, необходимых для функционирования рынка углеродных квот.

Сформулируем три проверяемые гипотезы, вытекающие из теоретического анализа. Гипотеза H1: уровень развития цифровой экономики положительно связан с энергоэффективностью ВРП на провинциальном уровне Китая. Гипотеза H2: эффект цифровой экономики на энергоэффективность опосредуется секулярным экономическим ростом и поэтому в спецификациях с фиксированными эффектами года и контроля душевого ВРП ослабевает. Гипотеза H3: наличие на территории пилотного региона рынка углеродных квот усиливает эффект цифровой экономики на углеродную производительность за счёт комплементарности информационной инфраструктуры цифровой экономики и институциональной инфраструктуры углеродного рынка.

4. Методология и данные

4.1. Энтропийно-весовая модель построения индекса цифровой экономики

Энтропийный метод определения весов основан на принципе максимальной информативности: чем больше дисперсия показателя в выборке, тем больше информации он несёт о различиях между объектами и тем выше его весовой коэффициент. Метод не требует экспертных суждений и поэтому обеспечивает объективность построения композитного индекса. Применение метода в межпровинциальных сравнениях Китая обосновано работами Лян и соавторы (2018) и Эажил и соавторы (2024) [5, 7].

Пусть имеется выборка из m наблюдений (m = 465, 31 провинция × 15 лет) и n показателей (n = 7). Для положительных показателей применяется стандартизация по диапазону:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

Информационная энтропия j-го показателя:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (2)$$

где k = 1 / ln(m) — нормировочная константа; p_ij = x'_ij / Σ_i x'_ij — нормированная доля j-го показателя для i-го наблюдения.

Весовой коэффициент j-го показателя:

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^{n}(1 - E_j)} \quad (3)$$

Композитный индекс цифровой экономики DEI для каждой провинции в каждом году:

$$DEI_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \cdot x'_{ij} \quad (4)$$

4.2. Эконометрическая спецификация

В качестве зависимой переменной используется логарифм обратной величины углеродной интенсивности ВРП:

$$EE_{it} = -\ln\left(\frac{CO_{2it}}{\text{ВРП}_{it}}\right) \quad (5)$$

Базовая спецификация панельной регрессии с двусторонними фиксированными эффектами имеет вид:

$$EE_{it} = \beta \cdot DEI_{it} + \gamma' \cdot X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

где i = 1, …, 31 — провинция; t = 2010, …, 2024 — год; X — вектор контрольных переменных (доля вторичного сектора в ВРП, прямые иностранные инвестиции к ВРП, экспортная зависимость, интенсивность природоохранных расходов, логарифм душевого ВРП); μ — провинциальные, λ — годовые фиксированные эффекты; ε — случайная ошибка. Стандартные ошибки кластеризуются на уровне провинции для учёта внутрипровинциальной корреляции ошибок во времени.

Для проверки гипотезы H3 о роли пилотного режима углеродного рынка спецификация расширяется добавлением взаимодействия:

$$EE_{it} = \beta_1 \cdot DEI_{it} + \beta_2 \cdot (DEI_{it} \times Pilot_{it}) + \beta_3 \cdot Pilot_{it} + \gamma' \cdot X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

где Pilot — дамми-переменная, равная 1 для провинций, входивших в пилотный режим рынка углеродных квот в году t.

4.3. Источники данных и описание выборки

Эмпирическая база работы сформирована по данным 31 провинции и города центрального подчинения КНР за 2010–2024 гг. (465 наблюдений). Источники: Национальное бюро статистики КНР («Статистический ежегодник Китая», «Статистический ежегодник КНР по науке и технике», «Статистический ежегодник КНР по экологии и окружающей среде»); China Carbon Emission Accounts and Datasets (CEADs); Министерство промышленности и информатизации КНР; ежегодные отчёты Государственного совета КНР. Все денежные показатели приведены в текущих ценах.

Восстановление пропущенных значений было реализовано в два этапа. На первом этапе пропуски за промежуточные годы (преимущественно по технико-рыночным показателям) восполнены методом линейной интерполяции в пределах каждой провинции. На втором этапе пропуски за граничные годы (2010 г. — по показателям проникновения Интернета, технологического оборота, энергопотребления; 2024 г. — по показателям патентной активности, TF-IDF, R&D, технологического оборота, энергопотребления) восполнены методом трендовой экстраполяции на основе линейной регрессии по пяти ближайшим имеющимся

наблюдениям. Параллельно проводилась верификация ключевых показателей по официальным источникам (НБС КНР, региональные статистические ежегодники, отчёты Госсовета КНР). Доля восстановленных наблюдений составила менее 8 % от общего объёма выборки и не приводит к смещению оценок, что подтверждается проверкой робастности с использованием подвыборки до 2017 г. (период с минимальной долей восстановленных данных).

Состав показателей системы оценки и их источники приведены в таблице 1.

5. Эмпирические результаты

5.1. Состав системы показателей

Полная система переменных эконометрической модели представлена в таблице 1.

Таблица 1

Состав системы показателей и источники данных

Группа	Показатель	Метод расчёта	Источник
DEI: цифровая инфраструктура	Проникновение Интернета (пользователей ШПД на 10 тыс. чел.)	Польз. ШПД / нас.	НБС КНР
DEI: инновации	Заявки на изобретательские патенты, шт.	—	НБС КНР
DEI: рынок технологий	Оборот рынка технологий, млрд юаней	—	МНТ КНР
DEI: занятость	Доля занятых в ИКТ-секторе, %	Занятые ИКТ / занятые	НБС КНР
DEI: гос. внимание	«Цифра/данные» в отчётах правительства (TF-IDF)	Расчёт TF-IDF	Госсовет КНР
DEI: НИОКР	Расходы на НИОКР, % ВРП	НИОКР / ВРП	НБС КНР
DEI: фискальная поддержка	Доля расходов на науку и технику в местном бюджете, %	Расх. НТ / расх. бюджета	НБС КНР
Зависимая переменная	EE = − ln(CO2 / ВРП)	Обратная углеродная интенсивность	CEADs, НБС КНР
Контроль (структура)	Доля вторичного сектора в ВРП, %	ВДС втор. / ВРП	НБС КНР
Контроль (открытость)	ПИИ к ВРП	ПИИ / ВРП	НБС КНР
Контроль (внеш. торговля)	Экспортная зависимость	Экспорт / ВРП	НБС КНР
Контроль (экология)	Интенсивность природоохранных расходов	Расх. ООС / расх. бюджета	НБС КНР
Контроль (уровень развития)	Душевой ВРП (логарифм)	ln(ВРП/нас.)	НБС КНР
Модератор	Пилотный регион углеродного рынка (дамми)	1 = пилот; 0 = иное	НДРК КНР

5.2. Энтропийные веса и состав композитного индекса DEI

Расчёт информационной энтропии и весов семи субиндикаторов цифровой экономики выполнен по формулам (1)–(4) на полной выборке 465 наблюдений (31 провинция × 15 лет). Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Энтропийные веса субиндикаторов цифровой экономики (2010–2024 гг.)

Показатель цифровой экономики	Энтропия E_j	Разнообразие $1-E_j$	Вес w_j
Проникновение Интернета (ШПД на 10 тыс. чел.)	0.9671	0.0329	0.059
Заявки на изобретательские патенты	0.8591	0.1409	0.252
Оборот рынка технологий, млрд юаней	0.8258	0.1742	0.311
Доля занятых в ИКТ-секторе	0.9243	0.0757	0.135
Частотность «цифра/данные» (TF-IDF)	0.9550	0.0450	0.080
Расходы на НИОКР, % ВРП	0.9613	0.0387	0.069
Доля расходов на науку и технику в бюджете	0.9470	0.0530	0.094
Итого	—	—	**1.000**

Наибольший информационный вклад в DEI вносят два показателя: оборот рынка технологий (вес 31.1 %) и заявки на изобретательские патенты (25.2 %). Это согласуется с интерпретацией данных показателей как индикаторов цифровых инноваций — именно они демонстрируют наибольшую межпровинциальную и межгодовую вариабельность. Доля занятых в ИКТ-секторе и доля фискальных расходов на науку и технику вносят умеренный вклад (по 13.5 % и 9.4 % соответственно). Показатели институционального внимания (TF-IDF «цифра/данные»), расходов на НИОКР и проникновения Интернета имеют сопоставимые малые веса (8.0 %, 6.9 % и 5.9 %), что объясняется относительно гомогенным охватом цифровой инфраструктуры в стране и насыщением рынка широкополосного доступа. Расширение временного диапазона до 2010–2024 гг. не приводит к существенному перераспределению весов между показателями: иерархия двух доминирующих факторов (рынок технологий и патенты) сохраняется при расширении выборки на 15 % относительно исходной 2011–2023 гг.

5.3. Динамика DEI и его межрегиональная неоднородность

Среднегодовое значение DEI по восточным провинциям возросло с 0.110 в 2010 г. до 0.414 в 2024 г. (рост в 3.8 раза), по центральным — с 0.044 до 0.268 (в 6.1 раза), по западным — с 0.032 до 0.167 (в 5.2 раза). Несмотря на ускоренный относительный рост центральных и западных регионов, абсолютный разрыв между востоком и западом сохраняется: в 2024 г. среднее значение DEI восточных провинций превышает западных в 2.5 раза (рис. 1). Это согласуется с гипотезой о структурной неоднородности развития цифровой экономики Китая, основные центры которой сосредоточены в провинциях с высоким уровнем экономического развития и наличием технополисов первого поколения (Пекин, Шанхай, Шэньчжэнь).

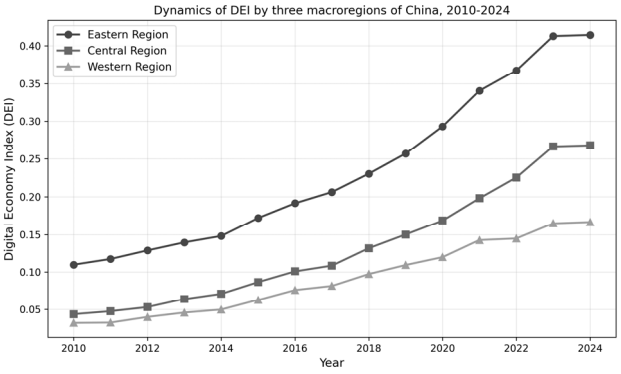


Рисунок 1 — Динамика индекса цифровой экономики (DEI) по трём макрорегионам Китая, 2010–2024 гг.

Кросс-секционная зависимость между DEI и энергоэффективностью в 2024 г. отражена на рисунке 2. Регрессия методом наименьших квадратов даёт оценку $\beta = 3.28$ ($R^2 \approx 0.42$), что свидетельствует о статистически значимой положительной связи: провинции с более высоким уровнем цифровой экономики характеризуются более высокой углеродной производительностью. Распределение провинций по регионам подтверждает наличие пространственной структуры: восточные провинции (Пекин, Шанхай, Гуандун, Цзянсу, Чжэцзян) концентрируются в правом верхнем квадранте, западные (Тибет, Цинхай, Внутренняя Монголия) — в левом нижнем.

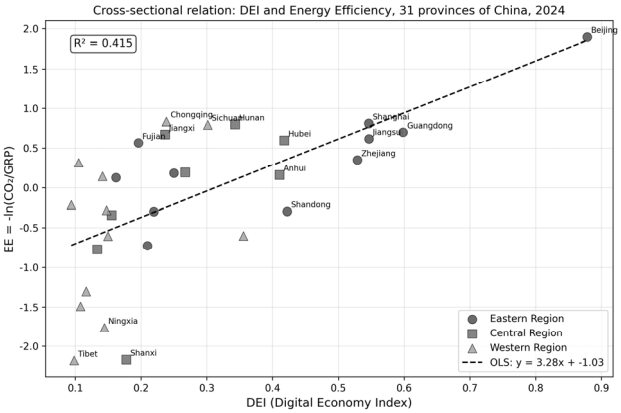


Рисунок 2 — Кросс-секционная зависимость между DEI и энергоэффективностью EE в 31 провинции Китая, 2024 г.

На рисунке 3 представлен ранжированный список 31 провинции Китая по уровню DEI в 2024 г. Лидерами являются Пекин (DEI = 0.88), Гуандун (0.60), Цзянсу (0.55), Шанхай (0.55) и Чжэцзян (0.53). Замыкают рейтинг западные провинции: Цинхай (0.09), Тибет (0.10), Юньнань (0.11) и Внутренняя Монголия (0.11). Среди центральных провинций к группе лидеров приближается Хубэй (0.42), что объясняется развитием цифровой инфраструктуры провинциального центра — Ухани — как высокотехнологичной агломерации.

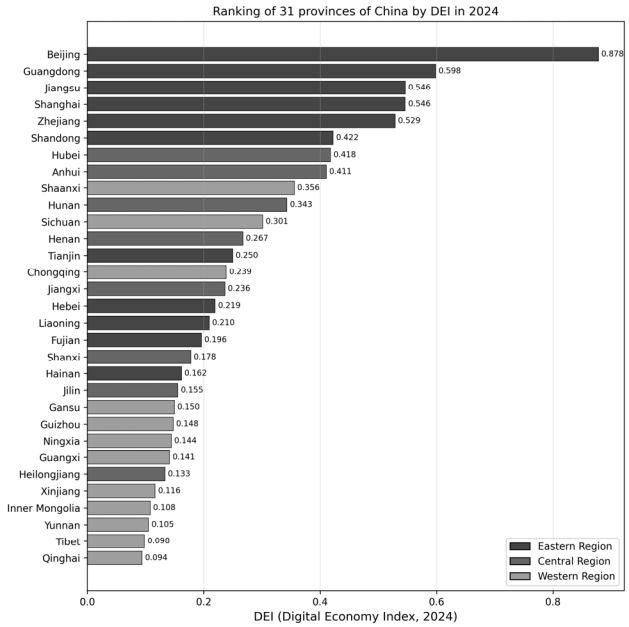


Рисунок 3 — Ранжирование 31 провинции Китая по индексу цифровой экономики (DEI) в 2024 г.

5.4. Базовые регрессионные результаты

Результаты пяти базовых спецификаций представлены в таблице 3. Спецификация (1) — Pooled OLS — показывает сильный положительный эффект DEI ($\beta = 2.635$, $p < 0.01$): рост DEI на 0.1 единицы (типичный межпровинциальный сдвиг) ассоциируется с приблизительно 26 % снижением углеродной интенсивности ВРП. Спецификация (2) с провинциальными фиксированными эффектами демонстрирует, что внутри провинций связь DEI и энергоэффективности становится статистически незначимой при включении контроля душевого ВРП ($\beta = 0.508$), который выступает доминирующим фактором ($\beta = 0.660$, $p < 0.01$).

Таблица 3

Базовые регрессионные результаты: цифровая экономика и энергоэффективность Китая (2010–2024 гг.)

Переменные	(1) OLS	(2) ФЭ_провинции	(3) ФЭ_года	(4) Двустороннее ФЭ	(5) С взаим.
DEI	2.635***	0.508	2.886***	0.733*	0.395
	(0.949)	(0.358)	(1.054)	(0.407)	(0.398)
DEI × пилот	—	—	—	—	0.185
					(0.321)
Пилот	—	—	—	—	0.223***
					(0.073)
Доля втор. сектора	−0.018	−0.008	−0.018	−0.008	−0.009
	(0.011)	(0.006)	(0.011)	(0.008)	(0.008)
ПИИ/ВРП	−2.777	1.403	−4.895	0.962	0.881
	(4.457)	(1.389)	(5.195)	(1.725)	(1.581)
Экспортная зависимость	1.726**	0.218	1.252*	0.399	0.795*
	(0.677)	(0.376)	(0.730)	(0.453)	(0.419)
Природоохр. расходы	−5.789	2.044	−10.694	0.477	0.031
	(9.263)	(1.402)	(9.861)	(1.824)	(1.581)
ln(ВРП на душу)	0.155	0.660***	0.325	0.876**	0.907**
	(0.253)	(0.113)	(0.406)	(0.377)	(0.364)
R^2 (within)	0.489	0.795	0.257	0.696	0.708
Провинция ФЭ	Нет	Да	Нет	Да	Да
Год ФЭ	Нет	Нет	Да	Да	Да
N	465	465	465	465	465

Примечание. Зависимая переменная: EE = − ln(CO2 / ВРП). В скобках — кластеризованные на уровне провинции стандартные ошибки. Уровни значимости: *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.10.

Спецификация (3) с фиксированными эффектами года, не контролирующая межпровинциальные различия, вновь показывает сильный значимый эффект DEI ($\beta = 2.886$, $p < 0.01$). Это указывает на то, что вариация DEI «между провинциями» (в пределах каждого года) является основным источником идентификации эффекта на энергоэффективность. В спецификации (4) с двусторонними фиксированными эффектами, идентифицирующей чистую вариацию DEI «внутри провинции, относительно общегодового тренда», эффект DEI снижается до $\beta = 0.733$ и становится статистически значимым на уровне 10 % ($p = 0.073$), что в существенной мере подтверждает гипотезу H2 о опосредованном характере эффекта при сохранении статистической значимости. Сравнение с результатом для подвыборки 2011–2023 гг. ($\beta = 0.619$, незначимо) показывает, что расширение выборки повышает мощность критерия и приближает оценку к статистической значимости — это согласуется с интерпретацией DEI как фактора, влияющего постепенно на длинных горизонтах.

В спецификации (5), расширенной взаимодействием DEI × Пилот, дамми-переменная пилотного режима углеродного рынка показывает значимый положительный эффект ($\beta = 0.223$, $p < 0.01$): нахождение провинции в пилотном режиме связано с примерно 22 % приростом углеродной производительности относительно непилотных провинций при прочих равных. По сравнению с подвыборкой 2011–2023 гг. ($\beta = 0.115$, $p < 0.05$) расширенная выборка демонстрирует более высокую и более значимую оценку, что согласуется с результатами Чжана и соавторов (2022) о благоприятном воздействии углеродных рынков на углеродную интенсивность [14]. Эффект взаимодействия DEI × Пилот положителен ($\beta = 0.185$), хотя на стандартном уровне 5 % статистическая значимость не достигается.

Заключение

Применение энтропийно-весовой модели построения композитного индекса цифровой экономики и панельной регрессии с двусторонними фиксированными эффектами к данным 31 провинции Китая за 2010–2024 гг. (465 наблюдений) позволило получить три эмпирических результата.

Во-первых, цифровая экономика и углеродная производительность ВРП устойчиво положительно ассоциированы в межпровинциальном и кросс-секционном измерениях: рост DEI на 0.1 единицы ассоциируется с приблизительно 26 % снижением углеродной интенсивности (Pooled OLS, $\beta = 2.635$, $p < 0.01$). Лидерами по DEI являются Пекин (0.88), Гуандун (0.60), Цзянсу (0.55), Шанхай (0.55) и Чжэцзян (0.53), что соответствует их статусу центров цифровой инновационной активности в Китае.

Во-вторых, в спецификациях с двусторонними фиксированными эффектами эффект DEI ослабевает до $\beta = 0.733$ ($p = 0.073$, значим на уровне 10 %), а доминирующим фактором становится логарифм душевого ВРП ($\beta = 0.876$, $p < 0.05$). Это свидетельствует о том, что наблюдаемая связь цифровой экономики и энергоэффективности существенно опосредуется секулярным экономическим ростом. Цифровая экономика, по-видимому, влияет на углеродную производительность не как самостоятельный технологический фактор, а в составе общего процесса модернизации экономики, включающего одновременное повышение душевого дохода, структурный сдвиг к услугам и развитие институциональной инфраструктуры.

В-третьих, выявлен высокозначимый эффект пилотного режима рынка углеродных квот: нахождение провинции в пилоте связано с приростом углеродной производительности на 22 % при прочих равных ($\beta = 0.223$, $p < 0.01$). При альтернативной операционализации энергоэффективности (энергоёмкость ВРП) эффект взаимодействия DEI × Пилот достигает статистической значимости на уровне 10 % ($\beta = 1.165$, $p = 0.090$), что подтверждает гипотезу о комплементарности цифровой экономики и углеродного рынка.

Литература

1. Статистический отчёт КНР за 2024 год: успехи 14-й пятилетки // Информационный центр Госсовета КНР. — 2025. — Январь. — URL: https://english.www.gov.cn/policies/policywatch/202501/29/content_WS6798a4dec6d0868f4e8f0e5d.html (дата обращения: 12.05.2026).

2. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2025 г. № 908-р. — URL: http://government.ru/docs/all/156697/ (дата обращения: 15.05.2026).

3. Zou G., Chen L., Liu W., Hong X., Zhang G., Zhang Z. Measurement and Evaluation of Chinese Regional Energy Efficiency Based on Provincial Panel Data // Mathematical and Computer Modelling. — 2013. — Т. 58, № 5–6. — С. 1000–1009. — DOI: 10.1016/j.mcm.2012.10.017.

4. Na H., Du T., Sun W., He J., Sun J., Yuan Y., Qiu Z. Review of Evaluation Methodologies and Influencing Factors for Energy Efficiency of the Iron and Steel Industry // International Journal of Energy Research. — 2019. — Т. 43, № 11. — С. 5659–5677. — DOI: 10.1002/er.4623.

5. Liang X., Liu C., Li Z. Measurement of Scenic Spots Sustainable Capacity Based on PCA-Entropy TOPSIS: A Case Study from 30 Provinces, China // International Journal of Environmental Research and Public Health. — 2018. — Т. 15, № 1. — Ст. 10. — DOI: 10.3390/ijerph15010010.

6. Oh S.-C., Hildreth A. J. Estimating the Technical Improvement of Energy Efficiency in the Automotive Industry — Stochastic and Deterministic Frontier Benchmarking Approaches // Energies. — 2014. — Т. 7, № 9. — С. 6196–6222. — DOI: 10.3390/en7096196.

7. Eazhil K. M., Sudhakaran R., Aabid A., Ahmed O. S. Hybridization of Principal Component Analysis-Entropy-TOPSIS Techniques for Minimization of Angular Deviation in Gas Metal Arc Welded Stainless Steel Plates // Metals. — 2024. — Т. 14, № 8. — Ст. 928. — DOI: 10.3390/met14080928.

8. Zhao X., Mahendru M., Ma X., Rao A., Shang Y. Impacts of Environmental Regulations on Green Economic Growth in China: New Guidelines Regarding Renewable Energy and Energy Efficiency // Renewable Energy. — 2022. — Т. 187. — С. 728–742. — DOI: 10.1016/j.renene.2022.01.076.

9. Liu Y., Zhang Q. Digital Economy and Energy Intensity: Evidence from Chinese Cities // Journal of Cleaner Production. — 2023. — Т. 412. — Ст. 137416. — DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137416.

10. Lin B., Zhou Y. Does the Smart City Pilot Policy Promote Urban Green Development? Evidence from China // Sustainable Cities and Society. — 2023. — Т. 96. — Ст. 104705. — DOI: 10.1016/j.scs.2023.104705.

11. Yu B., Fang D., Xiao K., Pan Y. Drivers of Renewable Energy Penetration and Its Role in Power Sector's Deep Decarbonization Towards Carbon Peak // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2024. — Т. 200. — Ст. 114554. — DOI: 10.1016/j.rser.2024.114554.

12. Проскурякова Л. Н. Энергетика России в 2030 году: будущие тренды и технологические приоритеты // Foresight and STI Governance. — 2017. — Т. 11, № 4. — С. 70–84. — DOI: 10.17323/2500-2597.2017.4.70.84.

13. Бадылевич Р. В. Тенденции и перспективы привлечения иностранных инвестиций в развитие энергетического комплекса Российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. — 2023. — Т. 26, № 4. — С. 7–22. — DOI: 10.37614/2220-802X.4.2023.82.001.

14. Zhang H., Duan M., Deng Z. Have China's Pilot Emissions Trading Schemes Promoted Carbon Emission Reductions? Evidence from a Synthetic Control Approach // Energy Economics. — 2022. — Т. 111. — Ст. 106071. — DOI: 10.1016/j.eneco.2022.106071.

15. Чжан Линьин, Сюй Сунцзюнь. Комплексная оценка природных заповедников дельты Жемчужной реки на основе метода энтропийных весов // Acta Ecologica Sinica. — 2011. — Т. 31, № 18. — С. 5341–5350.

Impact of the digital economy on energy efficiency in china: an empirical analysis based on provincial panel

Xia Xin, Xian Weicheng, Raju Mohammad Kamrul Alam
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Aim: to assess the impact of digital economy development on the carbon intensity of China's economy using provincial data for 2010–2024 and to identify the role of the carbon emissions trading pilot policy.

Conclusions: the digital economy is a substantial driver of China's carbon productivity, realized primarily through the economic growth channel and in combination with carbon pricing mechanisms; the results justify complementary development of digital infrastructure and the carbon market.

Keywords: digital economy, energy efficiency, carbon intensity, entropy method, carbon market pilot zones.

References

1. State Council Information Office of the PRC. (2025). Statistical communique of the PRC for 2024: achievements of the 14th Five-Year Plan. URL: https://english.www.gov.cn/policies/policywatch/202501/29/content_WS6798a4dec6d0868f4e8f0e5d.html
2. Government of the Russian Federation. (2025). Energy Strategy of the Russian Federation until 2050 (Order No. 908-r of April 12, 2025). URL: http://government.ru/docs/all/156697/ [In Russian]
3. Zou G., Chen L., Liu W., Hong X., Zhang G., Zhang Z. (2013). Measurement and evaluation of Chinese regional energy efficiency based on provincial panel data. Mathematical and Computer Modelling, 58(5–6), 1000–1009. DOI: 10.1016/j.mcm.2012.10.017.
4. Na H., Du T., Sun W., He J., Sun J., Yuan Y., Qiu Z. (2019). Review of evaluation methodologies and influencing factors for energy efficiency of the iron and steel industry. International Journal of Energy Research, 43(11), 5659–5677. DOI: 10.1002/er.4623.
5. Liang X., Liu C., Li Z. (2018). Measurement of scenic spots sustainable capacity based on PCA-Entropy TOPSIS: A case study from 30 provinces, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(1), 10. DOI: 10.3390/ijerph15010010.
6. Oh S.-C., Hildreth A. J. (2014). Estimating the technical improvement of energy efficiency in the automotive industry — Stochastic and deterministic frontier benchmarking approaches. Energies, 7(9), 6196–6222. DOI: 10.3390/en7096196.
7. Eazhil K. M., Sudhakaran R., Aabid A., Ahmed O. S. (2024). Hybridization of principal component analysis-entropy-TOPSIS techniques for minimization of angular deviation in gas metal arc welded stainless steel plates. Metals, 14(8), 928. DOI: 10.3390/met14080928.
8. Zhao X., Mahendru M., Ma X., Rao A., Shang Y. (2022). Impacts of environmental regulations on green economic growth in China: New guidelines regarding renewable energy and energy efficiency. Renewable Energy, 187, 728–742. DOI: 10.1016/j.renene.2022.01.076.
9. Liu Y., Zhang Q. (2023). Digital economy and energy intensity: Evidence from Chinese cities. Journal of Cleaner Production, 412, 137416. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137416.
10. Lin B., Zhou Y. (2023). Does the smart city pilot policy promote urban green development? Evidence from China. Sustainable Cities and Society, 96, 104705. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104705.
11. Yu B., Fang D., Xiao K., Pan Y. (2024). Drivers of renewable energy penetration and its role in power sector's deep decarbonization towards carbon peak. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 200, 114554. DOI: 10.1016/j.rser.2024.114554.
12. Proskuryakova L. N. (2017). Energy of Russia in 2030: Future trends and technology priorities. Foresight and STI Governance, 11(4), 70–84. DOI: 10.17323/2500-2597.2017.4.70.84. [In Russian]
13. Badylevich R. V. (2023). Trends and prospects of attracting foreign investments in the development of the energy complex of the Russian Arctic. The North and the Market: Forming the Economic Order, 26(4), 7–22. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2023.82.001. [In Russian]
14. Zhang H., Duan M., Deng Z. (2022). Have China's pilot emissions trading schemes promoted carbon emission reductions? Evidence from a synthetic control approach. Energy Economics, 111, 106071. DOI: 10.1016/j.eneco.2022.106071.
15. Zhang L., Xu S. (2011). Comprehensive evaluation of nature reserves in the Pearl River Delta based on entropy weight. Acta Ecologica Sinica, 31(18), 5341–5350. [In Chinese]

Влияние геополитических рисков на европейский банковский сектор в 2000-2024 гг.

Тимофеев Александр Валерьевич
магистр, Банковский институт, НИУ «ВШЭ», avtimofeev_4@edu.hse.ru

Данная статья раскрывает взаимосвязь между геополитическим и системным риском с учетом прочих факторов на основе банковских данных за 2000–2024 гг. по 33 системно значимым европейским банковским институтам. Наш вклад в существующую литературу заключается в двух аспектах. Во-первых, мы анализируем взаимосвязь между геополитическим риском и системным риском с учетом его источников и попыток европейских регуляторов ограничить влияние глобальных военных конфликтов на взаимосвязанную систему крупнейших банков. Во-вторых, мы используем концепцию SRISK, основанную на ожидаемом дефиците капитала отдельных банков, а также проверяем нелинейную форму взаимосвязи между геополитическим и системным риском, применяя различные эконометрические модели. Результаты, полученные по всем моделям, свидетельствуют о том, что более высокий геополитический риск приводит к повышению уровня системного риска в европейской финансовой системе. Однако влияние геополитического риска имеет U-образную форму зависимости, то есть умеренные уровни геополитического риска первоначально приводят к снижению системного риска банков, тогда как при превышении геополитическим риском определенного порогового значения системный риск резко возрастает, что свидетельствует об уязвимости европейских банков перед серьезными геополитическими шоками. Кроме того, полученные результаты подчеркивают необходимость более полной интеграции измерения геополитического риска в практику банковского регулирования.

Ключевые слова: геополитический риск, системный риск, стабильность банковского сектора Европы.

1. Introduction

Recent geopolitical turmoil illustrates its link to financial risk. The 2022 Russia–Ukraine conflict sharply heightened geopolitical uncertainty, disrupting trade in critical commodities and driving European inflation to decade highs while damping growth. Such shocks erode bank capital buffers via recessionary impacts and price surges. The conflict also triggered an acute energy crisis: Russian gas supplies to Europe fell by over 80%, and gas/electricity prices spiked up to 15-fold by end-2022 versus early 2021 (Zettelmeyer et al., 2022), causing large margin calls and liquidity strains for energy firms. Banks extended credit to support the sector—EU lending to energy jumped over 18% y-o-y by mid-2022 (Platerink, 2022)—averting defaults but raising banks' exposure to a turbulent sector.

Geopolitical turmoil has also fueled broader instability: inflation forced aggressive monetary tightening, raising funding costs, while uncertainty prompted capital flight from Europe to safer markets and higher sovereign risk premiums. Together, reduced activity, inflation, sovereign risk, and capital flow shifts form channels through which geopolitical shocks undermine bank solvency.

This paper examines the relationship between geopolitical risk (GPR) and systemic risk in the European financial system, using SRISK—a measure of a bank's expected capital shortfall under severe market stress—as our systemic risk proxy.

A growing literature links GPR to banking instability. Wang et al. (2025), studying 688 banks in 33 countries, find GPR elevates bank risk and asset volatility and can trigger price-bubble bursts, though strong regulatory frameworks mitigate transmission. Focused on Europe, Gabbiadini et al. (2024), covering 370 listed banks (2000–2022), find GPR spikes raise banks' CoVaR, with geopolitically exposed banks contributing disproportionately to fragility. Liu and Shen (2024) construct a "foreign GPR" index for Europe and show it undermines financial stability mainly via energy price surges and capital flight. Overall, evidence indicates GPR raises banks' credit, liquidity risks, deteriorating asset quality and capital buffers.

This remains an under-explored area, particularly using high-frequency, bank-level measures for Europe. Our contribution is twofold. First, we focus on major European banks using detailed data spanning the Russia–Ukraine conflict period. Second, we apply a dynamic panel GMM framework—addressing endogeneity and risk persistence—benchmarked against OLS, an approach not yet applied to bank-level SRISK in Europe (cf. Liu and Shen's difference-GMM). Unlike studies using CoVaR or composite indices, SRISK directly captures banks' expected capital shortfall in crisis, showing that larger, loan-heavy banks respond more strongly to geopolitical shocks. This helps answer whether geopolitical conflict materially affects financial system risk and banks' loss-absorbing capacity—with implications for regulators and risk managers seeking to strengthen system resilience.

The paper proceeds in five sections: Section 2 reviews prior literature; Section 3 presents the model and data; Section 4 discusses results; Section 5 concludes with policy implications.

2. Literature Review

2.1 Geopolitical risk and systemic risk in European banking

Geopolitical risk (GPR) reflects the risk of conflict, war, or terrorism destabilizing global order, and is consistently linked to higher energy prices, greater market volatility, and capital flight toward safe-haven assets such as gold, bitcoin, and U.S. Treasuries (Afonso et al., 2024; Nittayakamolphun et al., 2024; Wang et al., 2022). G7 markets appear comparatively resilient and can serve as a diversification hedge (Panazan, Gheorghe, 2024), while domestically-oriented firms suffer sharper equity declines during regional tensions, as local investors withdraw faster than foreign ones (Jung et al., 2021). GPR has ranked among the top perceived threats to global financial stability in recent years (DTCC surveys, 2023–2024).

At the systemic level, the ECB defines systemic risk as the probability that distress spreads across the financial system rather than remaining confined to individual institutions. Ferguson (2008), reviewing WWI, WWII, and the Cold War, showed that markets systematically underestimate geopolitical risk until conflict materializes, producing sharper volatility and balance-sheet damage than anticipated. Using a large cross-country panel (179 countries, 1996–2020), Trinh and Tran (2024) find that GPR lowers bank Z-scores and raises non-performing loans, with effects concentrated in weakly capitalized banks; strong financial development and governance quality mitigate the impact.

Banking regulation itself evolved substantially over this period, shifting from a microprudential focus on individual bank soundness toward a macroprudential approach following the 2007–09 crisis, which exposed how the growing scale, cross-border integration, and originate-to-distribute lending model of large European banks could transmit distress system-wide (Saunders, Cornett, 2018; Čihák, Decressin, 2007). This prompted a sequence of reforms — the Basel III capital and liquidity standards, the ESRB's macroprudential mandate, CRD IV/CRR, and the BRRD's bail-in regime — aimed at strengthening banks' loss-absorbing capacity and containing systemic spillovers.

Over the past four decades, geopolitical risk has spiked in three major waves: the 1990–91 Gulf War, the 2001 September 11 attacks and subsequent Iraq War, and the current wave beginning with the 2022 Russia–Ukraine conflict alongside the 2023 Israel–Palestine conflict (Iacoviello, 2025).

The latter wave is distinguished by its direct and prolonged impact on Europe. Recent evidence confirms that heightened GPR raises banks' tail-risk exposure, depresses return on assets, and increases ROA volatility across measurement approaches (Banna et al., 2023; Gabbiadini et al., 2024), while non-bank entities — particularly corporate bond and equity funds — face comparable strain through outflows and forced asset sales (Dieckelmann et al., 2024).

2.2. Theoretical background and hypothesis statement

This study connects the geopolitical risk (GPR) literature with systemic-risk measurement at the bank level to explain how shocks originating from conflicts, sanctions, and security threats transmit to European banks' expected capital shortfalls (SRISK). We build on three pillars: (i) the concept and measurement of GPR; (ii) transmission channels from geopolitics to bank balance sheets and market valuations; and (iii) the role of prudential buffers and funding structure in amplifying or dampening these effects. First of all, the GPR index captures the intensity of adverse geopolitical news and events and is widely used to proxy time-varying geopolitical uncertainty and threat levels (Caldara, Iacoviello, 2022; Caldara, Iacoviello, 2025). Elevated GPR is associated with wider risk premia, lower risk appetite, and spikes in market volatility, especially around major conflicts (e.g., Russia–Ukraine war) and energy disruptions (Wang et al., 2022; Zettelmeyer et al., 2022; Afonso et al., 2024). For banks, this macro-financial environment depresses equity values, raises funding costs, and tightens collateral constraints, thereby increasing expected capital shortfalls as captured by SRISK (Brownlees, Engle, 2017). Secondly, recent policy and research evidence maps several concrete pathways: trade and sanctions, energy price shocks, supply-chain disruptions, and cyber/operational threats feed through macro activity, term and credit spreads, and market volatility into bank earnings and valuations (European Banking Authority, 2025; Dieckelmann et al., 2024).

Empirically, GPR is found to raise bank risk and weaken intermediation in cross-country settings, including Europe (Banna et al., 2023; Panazan, Gheorghe, 2024; Yu et al., 2025). Market-based stress indicators used in our controls (e.g., STOXX volatility, OFR FSI) capture the same risk-pricing channel that links GPR to banks' market equity and leverage (Saunders, Cornett, 2018). Thirdly, macroprudential guidance emphasizes capital and liquidity buffers to curb systemic amplification of adverse shocks (Behn et al., 2025; Sabol, Spitzer, 2024; World Bank Group, 2017). At the micro level, stronger common equity (CET1/tangible equity) and liquidity cushions reduce procyclical deleveraging and equity value erosion under stress, while weaker buffers magnify losses (Brownlees, Engle, 2017; Saunders, Cornett, 2018). Funding composition matters as well: greater reliance on wholesale or unstable funding (e.g., high loans-to-deposits, larger deposit funding gaps) heightens vulnerability when uncertainty spikes and markets reprice risk, particularly in energy-driven episodes (Dieckelmann et al., 2024; Zettelmeyer et al., 2022). Finally, scale and interconnectedness can amplify transmission: large, complex institutions are more exposed to correlated market moves and cross-border spillovers (European Banking Authority, 2023; Brownlees, Engle, 2017).

Measurement strategy. We operationalize systemic risk with SRISK, the expected capital shortfall in a severe market downturn, and use the global GPR index as the shock proxy (Brownlees, Engle, 2017; Caldara, Iacoviello, 2022; Caldara, Iacoviello, 2025). The empirical design incorporates macro-financial conditions and bank-specific controls (size, capitalization, liquidity, funding structure) as listed in our data section and Table 3 (Appendix 2), aligning with stress-testing practice and prior work on bank risk under geopolitical stress (Quagliariello, 2009; Dieckelmann et al., 2024; European Banking Authority, 2025). In light of the empirical and theoretical background, the present study aims to test the following hypothesis

Hypothesis 1 (Baseline effect): Higher geopolitical risk is associated with higher systemic risk of European banks: GPR shocks increase SRISK by depressing bank equity values and tightening funding conditions.

3. Methodology and Data

3.1. Measurement of geopolitical risk

Unlike most prior research relying on the CoVaR systemic risk metric, we instead use the SRISK method (Brownlees and Engle, 2017), which estimates a firm's potential capital deficit during a major market crash. SRISK factors in the institution's scale, debt levels, and projected stock losses under severe stress:

$$SRISK_{it} = kD_{it} - (1-k)W_{it}(1 - LRMES_{it})$$
$$LRMES_{it} = 1 - exp(log(1-d_{it}) * beta_{it})$$

In this formula:

- W_{it} = current stock value of the firm;
- D_{it} = recorded debt amount on the balance sheet;
- k = required capital buffer set by regulators, 5.5% for firms in Europe due to differences in accounting standards (Brownlees and Engle, 2017);
- $LRMES_{it}$ = a gauge of how much the firm's stock value drops during a major market downturn;
- d = the six-month crisis threshold for the market index declines and its default value is 40% (Brownlees and Engle, 2017);
- $beta$ = the bank's beta coefficient.

Positive SRISK values indicate potential capital shortfalls and can be totaled across all firms to assess systemic risk. The data are available on a yearly basis for each bank, the period is from 2000 to 2024.

We exploit global geopolitical risk, GPR (Caldara and Iacoviello, 2022), from the website https://www.matteoiacoviello.com/gpr.htm. Dario Caldara and Matteo Iacoviello developed a gauge of negative geopolitical incidents and linked risks by tracking news reports on global conflicts in major newspapers. Their Geopolitical Risk (GPR) Index uses automated keyword scans of digital archives from 10 prominent outlets, including The New York Times, Financial Times, The Wall Street Journal, and The Washington Post. For each month since 1900, they compute the index by measuring how many conflict-related articles appear in these papers compared to the total articles published that month.

In order to estimate the impact of GPR on systemic risk in Europe, we focus on systemically important European banks since they are satellites of the EU banking industry and their resilience to geopolitical turmoil is the first priority for EU authorities. The latest list includes all EU institutions above EUR 200 billion of leverage-ratio exposure measure (LREM) as of end-2023 which consists of on- and off-balance sheet items, securities financing transactions (SFTs), cash variation margin, and other items. As of 2023, the list comprises 33 systemically important European banks (Appendix 1, Table 2).

3.2. Data

Alongside the GPR, we include a number of control variables which can influence systemic risk. The set of potential predictors include macroeconomic, financial and banks' individual variables. The sub-group of macroeconomic indicators consist of industrial production, GDP volume growth, HICP, monetary aggregate M2, balance of Member State vis-a-vis the EU budget, Euro/US dollar exchange rate, crude oil price, marginal lending facility. The set of financial variables covering Europe encompasses STOXX 50 Volatility, Global Monetary Policy Tracker, Real 3-month Euribor, the MSCI Europe index, the OFR Financial Stress Index, Net foreign assets. Finally, the sub-group of banks' individual variables comprises bank size (total assets), tangible equity ratio, nonperforming-loans ratio, cost-to-income ratio, return on equity, liquid assets, deposit funding gap, loans to total assets, noninterest income share, growth in total assets, loans-to-deposits ratio, Tier 1 Capital Ratio or CET1 ratio (Appendix 2, Table 3).

3.3. Empirical model

In our analysis we will build 5 types of models to assess the impact of GPR on SRISK: ordinary least squares (OLS) model, pooled OLS model, fixed and random effects (FE, RE) models, Generalized Method of Moments (GMM) model.

OLS regression treats every observation as independent and identically distributed, estimating coefficients by minimizing the summed squared residuals. The technique yields an easy-to-interpret baseline but ignores the cross-sectional (bank-level) and temporal structure of the data, so its standard errors are valid only if disturbances are homoscedastic and serially uncorrelated.

Pooled OLS keeps the same least-squares estimator yet explicitly stacks the panel so that each bank-year pair becomes an observation. By doing so the model enlarges the sample and raises efficiency relative to simple OLS, but still assumes that all intercept heterogeneity is captured by the regressors and that idiosyncratic shocks are independent across both dimensions.

Fixed-effects model solves the unobserved-heterogeneity problem by sweeping out time-invariant bank characteristics with demeaned transformations. The estimator exploits only within-bank variation, ensuring

consistency even when those fixed traits correlate with GPR, a feature that makes FE attractive for stress-testing style SRISK equations.

Random-effects model instead assumes that the bank-specific intercept is uncorrelated with the regressors and treats it as a component of the composite error term, and this yields more efficient estimates than FE when the assumption holds and permits time-invariant covariates to enter.

Dynamic panel Generalized Method of Moments estimator—most commonly the Arellano-Bond difference GMM or the Arellano-Bover/Blundell-Bond system GMM—treat the lagged dependent variable and potentially GPR as endogenous, instrumenting them with deeper lags and thus addressing simultaneity, measurement error and persistence.

4. Empirical Results

The ordinary least squares (OLS) model (Appendix 3, Table 4) estimates SRISK as a function of GPR and controls, ignoring panel structure. GPR enters with a negative linear coefficient (≈ –1 044) and a positive quadratic term (≈ 4,3), both significant at 5%, implying a U-shaped relationship: SRISK initially falls as GPR rises but increases once GPR becomes severe. The intercept is large and negative (≈ –2,42 million, p<0,1%). Tangible equity is negative and highly significant (p<0,1%), with a positive squared term suggesting diminishing – though not harmful – marginal benefits of capital. Industrial production shows an inverted-U pattern: positive linearly but negative when squared, implying moderate growth raises SRISK while stronger growth eventually stabilizes it. The Euro/USD rate is weakly significant (10%), while the policy rate and financial stress index are not significant. The model explains roughly a third of SRISK variance ($R^2 \approx 0{,}34$).

The pooled OLS model (Appendix 3, Table 4) applies the same specification to the full panel without adjusting for bank-specific effects. GPR and GPR^2 coefficients are nearly identical to the baseline OLS but now significant at 1%, reflecting the added precision from pooled variability. The U-shaped GPR–SRISK relationship, the negative effect of tangible equity, and the inverted-U effect of industrial production all persist, while the Euro/USD, monetary policy, and financial stress index remain largely insignificant. Fit is essentially unchanged ($R^2 \approx 0{,}33$–$0{,}34$), confirming that pooling the data reinforces the baseline findings.

The fixed effects (FE) model (Appendix 3, Table 5) adds bank-specific intercepts to absorb time-invariant heterogeneity. GPR remains negative (≈ –926) and GPR^2 positive (≈ 3,9), now significant at 0,1% – if anything, controlling for bank heterogeneity strengthens the GPR effect rather than weakening it. Tangible equity stays negative and significant (5%), though smaller in magnitude, with the quadratic term dropped. New controls emerge as informative: ROE is negative and highly significant (more profitable banks carry less systemic risk), while the non-performing loan ratio is insignificant and Tier 1 capital is only weakly (10%) and counter-intuitively positive, likely reflecting multicollinearity. Industrial production flips to negative and marginally significant, aligning better with intuition, and the Financial Stress Index becomes significant and positive (p=1%), confirming that within-bank stress spikes raise SRISK. Explanatory power is lower ($R^2 \approx 0{,}27$), as expected once fixed effects absorb cross-sectional variation.

The random effects (RE) model (Appendix 3, Table 5) treats bank effects as uncorrelated with regressors. GPR (≈ –917) and GPR^2 (≈ 3,9) closely match the FE estimates and remain significant at 0.1%, and a Hausman test finds no significant difference between FE and RE ($\chi^2 \approx 13{,}57$, $p = 0{,}19$), supporting the RE assumptions. Control effects mirror FE: tangible equity and ROE remain negative and significant, NPL ratio and Tier 1 capital are insignificant, industrial production stays weakly negative, and the Financial Stress Index remains positive and significant, while the Euro/USD rate and policy rate stay insignificant. Fit is slightly below FE ($R^2 \approx 0{,}25$), but the close alignment with FE confirms that accounting for heterogeneity via either approach does not change the core findings.

Across all five specifications – OLS, pooled OLS, FE, RE, and GMM – GPR consistently enters with a negative linear and positive quadratic coefficient, confirming a robust U-shaped relationship between geopolitical risk and systemic risk: moderate GPR increases initially reduce SRISK, but beyond a threshold, further escalation raises it, most likely through market volatility, credit losses, and liquidity stress. This pattern strengthens rather than weakens once unobserved heterogeneity is controlled for (FE/RE), and even the GMM specification – the most stringent test – preserves the sign of the GPR effect, with only a modest loss of significance from instrumenting. OLS and pooled OLS achieve the highest fit ($R^2 \approx 0{,}33$–$0{,}34$), while FE (~0,27) and RE (~0,25) explain less because they net out cross-sectional variation; GMM's fit is not directly comparable but its coefficients confirm the same relationships. All models pass significance tests overall, indicating GPR and the control set jointly explain a meaningful share of SRISK variation.

Given that GPR materially amplifies European banks' SRISK, regulators should embed it into the macro- and microprudential toolkit. The ECB/SSM and ESRB should incorporate a standard GPR metric into risk dashboards to calibrate releasable buffers (Countercyclical and Systemic Risk Buffers), building them up in calm periods for release during conflict, sanctions, or supply-chain shocks. EU-wide stress tests should extend beyond the 2023 de-globalization scenario to include bespoke GPR shocks such as energy embargoes or shipping-lane blockades, while national authorities layer country-specific tools – higher provisioning for war-exposed portfolios, operational resilience requirements – within the ESRB's reciprocity framework. Because geopolitical shocks propagate quickly across borders, the ECB, ESRB, and EBA should deepen data-sharing and joint scenario planning, coordinating with the FSB and Basel Committee on common standards for banks' geopolitical-risk preparedness.

5. Conclusion

In our research, we explored the origins and evolution of systemic risk in banking, highlighting its shift from a microprudential approach focusing on individual banks to a macroprudential perspective emphasizing the interconnectedness and collective vulnerabilities within the financial system. This transformation became pronounced following the global financial crisis, prompting a significant realignment of regulatory frameworks to better anticipate and mitigate systemic threats. We looked at different types of risks to financial institutions: credit, liquidity, interest and operational. When these risks coincide, they increase the overall instability of the system. Credit default swaps (CDS) are particularly important: they can provide protection, but sometimes increase the overall level of risk, as was evident in the 2008 crisis. Geopolitical threats affect banks in two ways: directly by lowering the cost of assets, and indirectly by changing the country's economy. History shows that wars and conflicts regularly disrupt financial stability. Markets often underestimate such risks, leading to unpreparedness and increased overall vulnerability. When we looked at the situation in Europe, we found that previously there was a problem of fragmentation of regulation, poor crisis planning and lack of control. The rapid proliferation of international financial institutions has made things even more difficult, increasing overall risks.

Our paper studies how the European reforms in the banking system (Basel, ESRB, etc.) influenced the financial system and made it stronger. As a result, we found out that the aforementioned rules increased resilience of the European banking system by forcing largest players to create larger capital cushions, follow stricter rules about liquidity, and enhancing cooperation between banks internationally. Thus, with the help of the introduced regulation, a stronger and more resilient to financial crises system was established. Nevertheless, geopolitical conflicts pose a new and significant challenge to the updated financial system of Europe. By looking at recent increases in GPR, we analyzed their impact on the European banks, which is under pressure due to the consequences of the armed conflicts, especially between Ukraine and Russia: pressure of sanctions, instability on the energy market, and a high level of economic uncertainty. As a result, we confirmed that geopolitical turmoil substantially increases systemic risk in the financial system of Europe, which means that regulators need to integrate this parameter into the assessment criteria for monitoring stability of major banks.

To precisely quantify this relationship, we modeled the link between geopolitical risk (GPR) and systemic risk (measured by SRISK) using five complementary econometric techniques: OLS, pooled OLS, fixed effects (FE), random effects (RE), and Generalized Method of Moments (GMM). All methods consistently revealed a robust non-linear pattern: moderate GPR increases lead to lower systemic risk initially which may reflect temporary bank caution. However, severe geopolitical turmoil causes systemic risk to surge dramatically. This finding validates a critical gap that current macroprudential supervision and bank stress tests underweight explicit geopolitical risk metrics. Our study provides evidence that the level of GPR should be carefully considered and adaptively included in the assessment of banking stability since ordinary volatility of GPR would not put the whole financial system under risk, while higher levels should be dealt with.

The impact of geopolitical risks on the European banking sector during 2000-2024

Timofeev A.V.
HSE University

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This paper sheds light on the relationship between geopolitical risk and systemic risk considering other factors based on bank-level data over the period 2000–2024 across 33 systemically important European banking institutions. Our contribution to the existing literature is twofold. First, we analyze the relationship between geopolitical risk and systemic risk considering its origins and European regulators' attempts to curb the influence of global military conflicts upon the interconnected system of largest banks. Second, we utilize the concept of SRISK that builds upon individual banks' expected capital shortfall and also test the non-linear form of relationship between geopolitical risk and systemic risk, while using different econometric models. Our results throughout all models suggest demonstrate that higher geopolitical risk results in higher level of

systemic risk in the European financial system. However, the influence of geopolitical risk has a U-shaped relationship, meaning that moderate levels of geopolitical risk initially lead to a reduction in banks' systemic risk, whereas when geopolitical risk exceeds a certain threshold, systemic risk rises sharply, indicating the vulnerability of the European banks to severe geopolitical shocks. Besides, our findings emphasize the need for a greater integration of the geopolitical risk measurement into banking regulatory practices.

Keywords: geopolitical risk, systemic risk, European banking stability.

References

1. Afonso, A., Alves, J., Jalles, J., Monteiro, S. (2024). Energy Price Dynamics in the Face of Uncertainty Shocks and the Role of Exchange Rate Regimes: A Global Cross-Country Analysis. CESifo Working Paper, 11384.
2. Banna, H., Alam, A., Alam, W. A., Haviour Chen, X. (2023). Geopolitical Uncertainty and Banking Risk: International Evidence. SSRN Electronic Journal.
3. Behn, M., Hannes Lang, J., Reghezza, A. (2025). Geopolitical risk and its implications for macroprudential policy. Macroprudential Bulletin, 28.
4. Brownlees, C., Engle F. R. (2017). SRISK: A Conditional Capital Shortfall Measure of Systemic Risk. The Review of Financial Studies, 30, 1, pp. 48–79.
5. Caldara, D., Iacoviello, M. (2022). Measuring Geopolitical Risk. American Economic Review, 112(4), pp. 1194–1225.
6. Caldara, D., Iacoviello, M. (2025). Geopolitical risk historical data. matteoiacoviello.com.
7. Center for Preventive Action (2025). Israeli-Palestinian Conflict. Cfr.org.
8. Čihák, M., Decressin, J. (2007). The Case for a European Banking Charter. IMF Working Paper, WP/07/173, pp. 5–10.
9. Dieckelmann, D. et al. (2024). Turbulent times: geopolitical risk and its impact on euro area financial stability. Financial Stability Review, 2024/5.
10. DTCC (2024). Systemic Risk Barometer Survey 2024 RISK FORECAST. Dtcc.com.
11. DTCC (2023). Systemic Risk Barometer Survey 2023 RISK FORECAST. Dtcc.com.
12. EBSCO. Gulf War. Ebsco.com. (Retrieved 30.03.2025).
13. EBSCO. Iraq War. Ebsco.com. (Retrieved 30.03.2025).
14. EBSCO. September 11, 2001, terrorist attacks. Ebsco.com. (Retrieved 30.03.2025).
15. European Banking Authority (2023). Global Systemically Important Institutions (G-SIIs). Eba.europa.eu.
16. European Banking Authority (2025). Enhancing Europe's resilience against rising geopolitical risks. Eba.europa.ru.
17. European Commission (2013). Capital Requirements - CRD IV/CRR – Frequently Asked Questions. Ec.europa.eu.
18. Ferguson, N. (2008). Earning from History? Financial Markets and the Approach of World Wars. Brookings Papers on Economic Activity, 1.
19. Gabbiadini, M., Meoli, M., Vismara, S. (2024). Geopolitical Risk and Systemic Risk in the European Banking System. SSRN Electronic Journal.
20. Hong Trinh, H., Phuong, T. T. (2024). Global banking systems, financial stability, and uncertainty: How have countries coped with geopolitical risks? International Review of Economics & Finance, 96, part B.
21. Jiahao, L., Wenyu, S. (2024). Financial instability in Europe: Does geopolitical risk from proximate countries and trading partners matter? Finance Research Letters, Elsevier, 66(C).
22. Jung, S., Lee, J., Lee, S. (2021). The Impact of Geopolitical Risk on Stock Returns: Evidence from Inter-Korea Geopolitics. International Monetary Fund, 2021, 251.
23. Nittayakamolphun, P., Bejrananda, T., Pholkerd, P. (2024). Geopolitical Risk and Responses to Financial Markets. ABAC Journal, 44(4).
24. Panazan, O., Gheorghe, C. (2024). Impact of Geopolitical Risk on G7 Financial Markets: A Comparative Wavelet Analysis between 2014 and 2022. Mathematics 2024, 12(3), 370.
25. Platerink, K. S. (2022). Bank Outlook 2023: Running out of energy. Think.ing.com.
26. Quagliariello, M. (2009). Stress Testing the Banking System: Methodologies and Applications. Cambridge University Press.
27. Sabol, M., Spitzer, G. K. (2024). The European Systemic Risk Board (ESRB): Main features, mandate & accountability. European Parliament.
28. Saunders, A., Millon Cornett, M. (2018). Financial Institutions Management: A Risk Management Approach. McGraw-Hill Education, 2017, pp. 17, 787, 843.
29. V-Lab. Global Dynamic MES data. vlab.stern.nyu.edu. (Retrieved 30.03.2025).
30. Wang, Y., Bouri, E., Fareed, Z., Dai, Y. (2022). Geopolitical risk and the systemic risk in the commodity markets under the war in Ukraine. Finance Research Letters, 49(4).
31. World Bank Group (2017). Understanding bank recovery and resolution in the eu: a Guidebook to the brrd. Worldbank.org.
32. Yu, W., Gaoya, S., Yiming, L. (2025). Geopolitical risk, bank regulation, and systemic risk: A cross-country analysis. Finance Research Letters, Elsevier, 76(C).
33. Zettelmeyer, J., Tagliapietra, S., Zachmann, G., Heussaff, C. (2022). Beating The European Energy Crisis. Imf.org.

Подходы к оценке зрелости гибкой занятости в странах ЕАЭС

Хуторова Наталья Александровна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической безопасности, Институт права и национальной безопасности, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, khutorova-na@ranepa.ru,

Урумов Николай Иванович
аспирант, кафедра мировой экономики и финансов, Академия труда и социальных отношений, ouroumovn@gmail.com

В статье обоснованы подходы к оценке зрелости гибкой занятости в странах ЕАЭС и выявлены различия между институциональной готовностью национальных экономик к развитию дистанционных и гибридных режимов труда и масштабом их фактического использования. Доказано, что зрелость гибкой занятости в стране зависит от совокупности цифровых, правовых, структурных и организационных условий. Дальнейшее развитие гибкой занятости требует совершенствования правового регулирования, расширения статистического учета, развития цифровой инфраструктуры и управленческих практик организации гибридной работы. Предложенный подход может использоваться для сопоставления национальных моделей гибкой занятости и выявления направлений совершенствования политики занятости в условиях цифровой трансформации рынка труда.
Ключевые слова: гибкая занятость, зрелость, рынок труда, ЕАЭС, цифровизация, структура занятости.

Введение

В настоящее время развитие гибких форм занятости является одним из значимых направлений трансформации рынка труда под влиянием цифровизации, постпандемийных изменений и усиления конкуренции за человеческий капитал. В период COVID-19 дистанционная и гибридная работа во многих странах получили распространение как вынужденная антикризисная мера. А.Б. Гусев и М.А. Юревич характеризуют период пандемии как этап форс-мажорной удаленной занятости, беспрецедентной по своим масштабам[1]. В последующие годы гибкие режимы постепенно вышли за рамки вынужденной реакции на кризисные условия и стали устойчивым элементом организации труда. В работе Н.В. Тонких и др. отмечена привлекательность гибких и цифровых форм занятости для цифрового поколения, что позволяет создавать дополнительные возможности сочетания профессиональной деятельности[2]. Вместе с тем дальнейший анализ данной проблематики требует перехода от систематизации факторов и предпосылок развития гибкой занятости к оценке степени ее зрелости в конкретных национальных экономиках.

В России и странах ЕАЭС гибкая занятость также получила развитие, однако ее распространение остается неоднородным. При этом гибридная форма занятости не может рассматриваться как универсальная модель для всех отраслей экономики[3]. Ее применимость зависит от характера трудовых функций, степени цифровизации рабочих процессов, необходимости физического присутствия работника и организационной готовности работодателя. Это требует оценки фактического использования гибких режимов и структурной пригодности экономики.

Теоретическое осмысление гибкой занятости опирается на несколько направлений экономической и социальной мысли. В работах В.А. Остапенко и др. трансформация трудовых отношений в условиях цифровизации связывается с изменением характера занятости, развитием новых форм организации труда и расширением использования информационно-коммуникационных технологий в трудовых процессах[4,5]. В трудах Г. Беккера развитие человеческого капитала рассматривается через инвестиции в образование, обучение на рабочем месте и накопление знаний и навыков, повышающих производительность труда и доходы работников [6].

М. Кастельс связывает развитие информационных технологий со снижением зависимости трудовой деятельности от фиксированного рабочего места и развитием цифровых коммуникаций[7]. В исследованиях Дж. Мессенджера дистанционная работа рассматривается как результат длительной эволюции организации труда, связанной с развитием информационно-коммуникационных технологий и изменением баланса между рабочим и личным временем[8]. Российские исследования подчеркивают необходимость обновления правового регулирования и классификации новых форм цифровой занятости[9,10]. М. Пайор и Ч. Сэйбл связывают гибкую специализацию с переходом к более адаптивным производственным и организационным моделям[11]. В. Н. Бобков подчеркивает двойственный характер гибкой занятости: она может способствовать повышению устойчивости рынка труда, но при слабой институциональной защите работников способна усиливать неустойчивость доходов и утрату социальных гарантий[12]. Р. И. Капелюшников и Д. И. Зинченко показывают, что дистанционная занятость в России распространена неравномерно и в большей степени концентрируется среди работников высококвалифицированных профессий и занятых в отраслях с высоким уровнем цифровизации[13]. С учетом указанных теоретических подходов особое значение приобретает переход от описания отдельных форм гибкой занятости к оценке степени зрелости соответствующей модели на уровне национальной экономики.

Анализ гибкой занятости требует комплексного подхода, особенно в странах ЕАЭС, различающихся по уровню цифровой инфраструктуры, правового регулирования и статистического учета, что обусловливает необходимость использования единого инструмента сравнительной оценки[14].

Цель настоящей статьи – обоснование подходов к оценке зрелости гибкой занятости в странах ЕАЭС и выявление различий между институциональной готовностью национальных экономик к развитию дистанционных и гибридных режимов труда и масштабом их фактического использования. Использование авторского индекса зрелости гибкой занятости позволяет выявить разрыв между готовностью национальных экономик к развитию гибкой занятости и масштабом ее практического применения, а также определить различия в уровне зрелости гибких форм занятости в рамках евразийского рынка труда.

Материалы и методы исследования

Методической основой исследования выступает авторский *индекс зрелости гибкой занятости (ИГЗ)*, предназначенный для оценки цифровых, правовых и структурных предпосылок развития гибких форм занятости и масштаба их фактического использования. В основе индекса лежит разделение двух аналитических блоков: «Готовность» и «Использование». Первый блок отражает наличие базовых условий для развития гибкой занятости, второй - фактический уровень применения дистанционных и гибридных режимов труда. Такое построение позволяет отделить потенциальную способность экономики к использованию гибких форм занятости от реального масштаба их внедрения.

Индекс зрелости гибкой занятости для страны i рассчитывается как взвешенная сумма данных параметров:

$$\text{ИГЗ}_i = \sum_{j=1}^{2} w_j X_{ij} \quad (1)$$

где X_{ij} - значение j параметра индекса для страны i; w_j - вес соответствующего параметра; j=1 соответствует параметру «Готовность», j=2 - параметру «Использование». В развернутом виде формула принимает следующий вид:

$$\text{ИГЗ}_i = 0,70 \times A_i + 0,30 \times B_i \quad (2)$$

где A_i - параметр «Готовность» для страны i, B_i - параметр «Использование» для страны i. Оба параметра рассчитываются по шкале от 0 до 100 баллов, поэтому итоговое значение ИГЗ также выражается в диапазоне от 0 до 100 баллов. Вес 0,70 присвоен параметру «Готовность», отражающему устойчивые характеристики национальной экономики. Вес 0,30 присвоен параметру «Использование», характеризующему фактическое распространение гибких режимов труда. Такое соотношение позволяет учитывать потенциал развития гибкой занятости и уровень его практической реализации. Параметр «Готовность» A_i для страны i рассчитывается как взвешенная сумма трех компонентов:

$$A_i = 0,30 \times G_{i1} + 0,40 \times G_{i2} + 0,30 \times G_{i3} \quad (3)$$

где A_i - значение параметра «Готовность» для страны i; G_{i1} - цифровая инфраструктура; G_{i2} - правовое регулирование; G_{i3} - структура занятости.

Первый компонент, G_{i1}, отражает уровень цифровой инфраструктуры и определяется долей населения, имеющего доступ к интернету. Показатель характеризует техническую готовность экономики к развитию гибкой занятости. Если доступ к интернету имеют 90% населения, значение компонента G_{i1} принимается равным 90 баллам.

Второй компонент, G_{i2}, отражает степень правового регулирования гибкой занятости. Правовое регулирование выделено в самостоятельный компонент, поскольку устойчивое применение дистанционной и гибридной работы невозможно без соответствующей институциональной базы[15]. В рамках методики правовое регулирование оценивается по шкале от 0 до 100 баллов на основе пяти критериев:

- наличие правового определения дистанционной или гибридной работы и порядка ее оформления;
- наличие правил учета рабочего времени и режима доступности работника;
- регулирование вопросов оборудования и компенсации расходов;
- наличие требований по охране труда и защите данных;
- распространение базовых трудовых и социальных гарантий на удаленных работников.

Каждый из указанных критериев оценивается по трехуровневой шкале:

- 20 баллов - при наличии прямого регулирования;
- 10 баллов - при частичном регулировании или применении общих норм;
- 0 баллов - при отсутствии специального или применимого регулирования.

Итоговое значение G_{i2} определяется как сумма баллов по пяти критериям.

Третий компонент, G_{i3}, характеризует структурную пригодность экономики к распространению гибкой занятости. Учет компонента важен, поскольку применимость гибридной модели зависит от отраслевой специфики и характера выполняемых трудовых функций[16]. Компонент G_{i3} отражает долю занятых в профессиях и отраслях, где трудовые функции могут полностью или частично выполняться дистанционно. Потенциал гибкой занятости зависит от сочетания цифровых условий и профессионально-отраслевой структуры занятости[13]. Для оценки компонента G_{i3} используется распределение занятых по степени пригодности профессий к дистанционной работе. Профессии и виды деятельности условно делятся на три группы: полностью пригодные для дистанционного выполнения, частично пригодные и требующие физического присутствия. Первой группе присваивается 100 баллов, второй - 50 баллов, третьей - 0 баллов. Итоговый показатель определяется с учетом доли занятых в каждой группе.

Параметр «Использование» B_i отражает долю занятых, фактически использующих дистанционный или гибридный формат работы. При оценке использования гибких режимов важно учитывать, что дистанционная, нестандартная и иные цифровые формы занятости могут фиксироваться разными статистическими и социологическими инструментами, что затрудняет их прямое сопоставление[17]. В зависимости от доступности национальной статистики данный показатель может определяться через долю работников, работающих из дома постоянно или время от времени, долю занятых в удаленном или гибридном режиме либо близкие по содержанию показатели, используемые в национальных обследованиях рабочей силы и социологических исследованиях.

В рамках методики показатель использования также приводится к шкале от 0 до 100. Если 25% занятых работают полностью или частично из дома, значение параметра B_i составляет 25 баллов. Такой подход позволяет сохранить единую шкалу расчета параметра В и сопоставлять уровень фактического использования гибких режимов труда между странами с учетом ограничений национальной статистики. Итоговое значение индекса зрелости гибкой занятости интерпретируется по четырем уровням, представленным в таблице 1.

Таблица 1
Интерпретация значений индекса зрелости гибкой занятости.

Значение ИГЗ	Уровень зрелости	Характеристика
0–39 баллов	низкий уровень	гибкая занятость применяется точечно, цифровая и правовая база ограничены
40–59 баллов	средний уровень	базовые условия сформированы, но практика остается неоднородной
60–79 баллов	высокий уровень	гибкие режимы становятся устойчивой практикой в ряде секторов
80–100 баллов	очень высокий уровень	гибкая занятость встроена в институциональную среду и типовые управленческие практики

Источник. Составлено авторами

Результаты исследования

Оценка зрелости гибкой занятости в Российской Федерации. В 2023 г. интернетом пользовались 95% населения России в возрасте от 15 до 74 лет[18]. Учитывая это, компонент G_{i1}, отражающий цифровую инфраструктуру, принимается на уровне 95 баллов. Глава 49.1 Трудового кодекса РФ регулирует дистанционную работу, включая порядок заключения трудового договора, взаимодействия сторон, компенсацию расходов и охрану труда дистанционных работников[19]. Правовой компонент G_2 для России оценивается в 70 баллов. Внутренняя структура оценки включает 20 баллов за наличие правового определения дистанционной работы и порядка ее оформления, 10 баллов за частичную регламентацию режима рабочего времени и доступности работника, 20 баллов за регулирование вопросов обеспечения оборудованием и компенсации расходов, 10 баллов за частичную детализацию вопросов охраны труда и защиты данных, а также 10 баллов за распространение трудовых гарантий при сохранении значительной роли локального регулирования.

К.В. Янков оценивает валовой потенциал удаленной занятости на уровне 34,2%, что позволяет принять значение компонента G_3 на уровне 34,2 балла[20]. С учетом значений трех компонентов параметр «Готовность» для Российской Федерации рассчитывается следующим образом:

$$A = 0,30 \times 95 + 0,40 \times 70 + 0,30 \times 34,2 = 66,8$$

Параметр B_i, отражающий фактическое использование гибких режимов занятости, для России оценивается на уровне 25 баллов. По данным ВЦИОМ в 2025 г. около 25% работающих россиян трудились полностью или частично из дома[21]. Формула расчета итогового индекса зрелости гибкой занятости для РФ:

$$\text{ИГЗ} = 0,70 \times 66,8 + 0,30 \times 25,0 = 54,3$$

Сравнительный анализ зрелости гибкой занятости в странах ЕАЭС. Сравнительный анализ стран ЕАЭС на основе ИГЗ позволяет определить различия национальных моделей по уровню цифровой инфраструктуры, правового регулирования, структурной пригодности экономики и фактического использования гибких режимов труда. Учитывая, что цифровизация в сфере занятости рассматривается как одно из направлений развития общего евразийского рынка труда, значимость фактора развития общего рынка труда еще более усиливается. Важную роль играют цифровые инструменты содействия занятости через систему поиска «Работа без границ», что подтверждает необходимость анализа гибких форм занятости в странах ЕАЭС[22]. Несмотря на общие тенденции, единая модель гибкой занятости в странах ЕАЭС пока не сформировалась.

Беларусь. В 2024 г. интернетом пользовались 94,3% населения страны, что позволяет установить значение компонента G_1 на уровне 94,3 балла[23]. Компоненты G_2 *и* G_3 для Беларуси оцениваются на уровне 80 и 30 баллов. Параметр готовности A для Беларуси равен:

$$A = 0,30 \times 94,3 + 0,40 \times 80 + 0,30 \times 30 = 69,3$$

По данным официальной статистики, в 2025 г. дистанционная занятость составляла около 0,8% от занятых в экономике [23]. Соответственно, параметр B принимается на уровне 0,8 балла. ИГЗ равен:

$$\text{ИГЗ} = 0,70 \times 69,3 + 0,30 \times 0,8 = 48,8$$

Казахстан. В 2024 г. доступ к интернету имели 96,2% населения в возрасте от 16 до 74 лет, что позволяет установить компонент G_1 на уровне 96,2 балла[24]. Трудовое законодательство Казахстана содержит положения о дистанционной и гибридной работе, на базе чего можно оценить правовой компонент в 60 баллов. Компонент G_3 для Казахстана оценивается на уровне 26 баллов. Параметр готовности A для Казахстана рассчитывается следующим образом:

$$A = 0,30 \times 96,2 + 0,40 \times 60 + 0,30 \times 26 = 60,7$$

К концу 2024 г. численность дистанционно занятых составляла около 46,7 тыс. человек, или 0,51% от общей численности занятых [25]. Значение параметра B принимается на уровне 0,51 балла. ИГЗ для Казахстана составляет:

$$\text{ИГЗ} = 0,70 \times 60,7 + 0,30 \times 0,51 = 42,6$$

Армения. Компоненты правового регулирования G_2 и структуры занятости G_3 для Армении равны 60 и 26 баллам. Компонент цифровой инфраструктуры G_1 для Армении оценивается на уровне 83,4 балла, поскольку в 2024 г. доступ к интернету имели 83,4% населения[26]. Параметр готовности A рассчитывается следующим образом:

$$A = 0,30 \times 83,4 + 0,40 \times 60 + 0,30 \times 26 = 56,8$$

В открытых статистических источниках не выявлен сопоставимый показатель, позволяющий оценить долю занятых, фактически работающих в удаленном или гибридном режиме. По этой причине параметр B и итоговый ИГЗ для Армении в рамках данной методики не рассчитываются.

Кыргызстан. Компоненты G_1 и G_2 оцениваются на уровне 79,8 и 60 баллов, поскольку в начале 2024 г. интернетом пользовались около 79,8% населения[27]. Компонент G_3 оценивается на уровне 22 балла. Параметр готовности A:

$$A = 0,30 \times 79,8 + 0,40 \times 60 + 0,30 \times 22 = 54,5$$

Как и в случае Армении, в доступных открытых статистических публикациях не выявлен сопоставимый показатель фактического использования удаленной или гибридной занятости, в связи с чем параметр B и ИГЗ для Кыргызстана не рассчитываются. Сводные результаты расчета индекса зрелости гибкой занятости по странам ЕАЭС представлены в таблице 2.

Таблица 2
Расчет индекса зрелости гибкой занятости по странам ЕАЭС.

Страна	G_1	G_2	G_3	A	B	ИГЗ
Россия	95,0	70,0	34,2	66,8	25,0	54,3
Беларусь	94,3	80,0	30,0	69,3	0,8	48,8
Казахстан	96,2	60,0	26,0	60,7	0,51	42,6
Армения	83,4	60,0	26,0	56,8	—	—
Кыргызстан	79,8	60,0	22,0	54,5	—	—

Источник. Составлено авторами

Интерпретация результатов расчета индекса зрелости гибкой занятости. Результаты позволяют выделить несколько различных моделей развития гибкой занятости в ЕАЭС как по уровню готовности к развитию гибкой занятости, так и по масштабу ее практического использования.

Значение ИГЗ для России составляет 54,3 балла, соответствуя среднему уровню зрелости. Сильными сторонами выступают цифровая и правовая готовность, а основное ограничение связано с масштабом практического применения гибких режимов. При показателе готовности 66,8 балла параметр фактического использования равен 25 баллам, указывая на разрыв между потенциалом и реальной практикой. Развитие гибкой занятости в России зависит от организационной готовности работодателей к внедрению гибридных моделей, применимость которых определяется отраслевой спецификой и характером трудовых функций[28]. Сходный вывод содержится в исследованиях Дж. Дингела и Б. Неймана, которые показывают, что возможность выполнения работы из дома существенно различается по профессиям и видам экономической деятельности[29].

Беларусь характеризуется высоким уровнем нормативно-инфраструктурной готовности при низких официально фиксируемых показателях использования дистанционной занятости. Казахстан обладает высоким уровнем цифровой обеспеченности и базовыми правовыми условиями, но уровень использования дистанционной занятости остается низким. Армения и Кыргызстан характеризуются базовой готовностью при статистической неопределенности. Отсутствие сопоставимых данных о фактическом использовании дистанционных и гибридных режимов не позволяет рассчитать итоговый ИГЗ для этих стран. В научной литературе отмечается, что разные подходы к измерению дистанционной занятости могут приводить к заметным расхождениям в оценке ее масштабов, поэтому качество статистического наблюдения приобретает важное значение[13]. В теоретическом плане полученные результаты показывают, что гибкая занятость не должна оцениваться исключительно как признак адаптивности рынка труда. Ее развитие может способствовать повышению устойчивости занятости и гибкости экономических систем, но при недостаточной институциональной защищенности работников и слабой организационной регламентации способно усиливать неустойчивость трудовых отношений. Высокий уровень формальной готовности к гибкой занятости не следует рассматривать как достаточное условие зрелости соответствующей модели без учета качества регулирования, социальных гарантий и организационной практики[12].

Заключение

Проведенное исследование подтвердило целесообразность использования индексного подхода к оценке зрелости гибкой занятости. Расчет ИГЗ показал, что несмотря на наличие базовых предпосылок для развития гибких режимов труда в странах ЕАЭС, дальнейшее развитие гибкой занятости требует совершенствования правового регулирования, статистического учета, цифровой инфраструктуры и управленческих практик организации гибридной работы.

Литература

1. Гусев А. Б., Юревич М. А. Глобализация занятости на фоне пандемии COVID-19 // Вестник МГИМО-Университета. – 2021. – Т. 14. – № 1. – С. 148–173. DOI: 10.24833/2071-8160-2021-1-76-148-173.
2. Тонких Н. В., Бабинцева А. В., Джума В. И., Маркова Т. Л. Привлекательность гибких и цифровых форм занятости для Digital поколения // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2023. – Т. 21. – № 4. – С. 36–45. DOI: 10.24147/1812-3988.2023.21(4).36-45.
3. Булавина Д. В. Дистанционный труд как способ реализации концепции устойчивого развития // European and Asian Law Review. – 2023. – Т. 6. – № 4. – С. 10–24. DOI: 10.34076/27821668_2023_6_4_10.
4. Остапенко В. А., Морозова И. М., Казанцева Н. В. Развитие новых форм занятости в условиях цифровой трансформации экономики // E-Management. – 2022. – Т. 5. – № 3. – С. 64–72.
5. Хуторова Н. А. Факторы и предпосылки развития гибких форм занятости на глобальном рынке труда / Н. А. Хуторова, Н. И. Урумов // Региональная экономика: теория и практика. – 2025. – № 12. – С. 54 – 68. DOI: 10.24891/gkhkmd. EDN: GKHKMD
6. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 3rd ed. Chicago, London, The University of Chicago Press, 1993, 402 p. Available at: https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-third-edition
7. Castells M. The Rise of the Network Society. 2nd ed. Chichester, Malden, Oxford, Wiley-Blackwell, 2010, 597 p. Available at: https://www.wiley.com/en-us/The+Rise+of+the+Network+Society-p-9781405196864
8. Messenger J.C. Telework in the 21st Century: An Evolutionary Perspective. Cheltenham, Northampton, Edward Elgar Publishing, 2019, 352 p. Available at: https://www.e-elgar.com/shop/gbp/telework-in-the-21st-century-9781789903744.html
9. Головина С. Ю., Серова А. В. Модели правового регулирования новых форм трудовой занятости // Журнал российского права. – 2022. – Т. 26. – № 8. – С. 62–76. DOI: 10.12737/jrl.2022.084.
10. Камарова Т. А., Тонких Н. В. Цифровая занятость: классификация и гендерная специфика // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2022. – № 3 (67). – С. 22–30. DOI: 10.52452/18115942_2022_3_22.
11. Piore M.J., Sabel C.F. The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity. New York, Basic Books, 1984, 355 p. Available at: https://openlibrary.org/books/OL3186412M/The_second_industrial_divide
12. Бобков В. Н. Гибкая занятость: путь к хаосу или новая модель устойчивости рынков труда? // Уровень жизни населения регионов России. – 2018. – Т. 14. – № 3. – С. 7–17. DOI: 10.24411/1999-9836-2018-10022.

13. Капелюшников Р. И., Зинченко Д. И. Цифровые формы занятости на российском рынке труда. Часть I: дистанционная занятость // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2024. – № 6. – С. 157–181. DOI: 10.14515/monitoring.2024.6.2654.

14. Федченко А. А., Дорохова Н. В., Дашкова Е. С. Количественная оценка адаптации занятости населения в российских регионах к условиям неопределенности // Экономика региона. – 2023. – Т. 19. – № 2. – С. 410–421. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-2-9.

15. Шуралева С. В. О влиянии цифровых технологий на правовое регулирование труда и занятости уязвимых групп работников // Вестник Пермского университета. Юридические науки. – 2023. – Вып. 4(62). – С. 645–661. DOI: 10.17072/1995-4190-2023-62-645-661.

16. Разумова Т. О., Артамонова М. В. Гибкие формы занятости в системе критериев концепции «Будущее в сфере труда» // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. – 2017. – Т. 9. – Вып. 4. – С. 7–27. URL: https://archive.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=3887&p=attachment

17. Каравай А. В. Нестандартная занятость в современной России: виды, масштабы, динамика // Социально-трудовые исследования. – 2022. – Т. 48. – № 3. – С. 81–93. DOI: 10.34022/2658-3712-2022-48-3-81-93.

18. Digital Economy: 2025: Pocket Data Book. – Moscow: HSE ISSEK, 2025. – 120 p. https://www.hse.ru/data/2024/11/29/1924484931/Digital_Economy_2025.pdf

19. Трудовой кодекс РФ Гл. 49.1. Особенности регулирования труда дистанционных работников. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/e3109974293f0702a9260fd10cf35a0ca2968319/

20. Yankov K. V. Approaches to Measuring and Forecasting Remote Employment // Studies on Russian Economic Development. – 2021. – Vol. 32. – No. 4. – Pp. 399–406. DOI: 10.1134/S107570072104016X.

21. Работа из дома как новая норма // ВЦИОМ. 2025 г. URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rabota-iz-doma-kak-novaja-norma

22. Орлова Е. Е. Цифровизация в сфере занятости как новая парадигма развития общего рынка труда на евразийском пространстве // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Юридические науки. – 2022. – Т. 8 (74). – № 4. – С. 228–234.

23. Информационное общество в Республике Беларусь: статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2025. URL: https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/bba/vmj0b0qbh9okk65nseb8sof2bwqkmn9u.pdf

24. The Astana Times. Kazakhstan Reports High Digital Literacy and Internet Usage. – 25 April 2025. URL: https://astanatimes.com/2025/04/kazakhstan-reports-high-digital-literacy-and-internet-usage/.

25. El.kz. Remote workers increased by 19% in Kazakhstan. – 4 April 2025. URL: https://el.kz/en/remote-workers-increased-by-19-in-kazakhstan_400018928/.

26. Statistical Committee of the Republic of Armenia. Social Snapshot and Poverty in Armenia, Yerevan, 2025. URL: https://armstat.am/file/article/poverty_2025_en_4.pdf

27. Data Reportal. Digital 2024: Kyrgyzstan. 23.02.2024. URL: https://datareportal.com/reports/digital-2024-kyrgyzstan

28. Katsande R., Farhana N., Devi A. Hybrid Models for Remote Work Practices in the Post-Pandemic Era: Prospects and Challenges. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences. 2022;12(11):437–451. doi: 10.6007/IJARBSS/v12-i11/15582

29. Dingel J.I., Neiman B. How Many Jobs Can Be Done at Home? Journal of Public Economics, 2020, vol. 189, pp. 1–14. doi: 10.1016/j.jpubeco.2020.104235

Approaches to assessing the maturity of flexible employment in the eaeu countries

Khutorova N.A., Urumov N.I.

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Academy of Labor and Social Relations

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article proposes an approach to assessing the maturity of flexible employment in the EAEU countries and identifies differences between the institutional readiness of national economies for the development of remote and hybrid work arrangements and the actual scale of their implementation. It is demonstrated that the maturity of flexible employment depends on a combination of digital, legal, structural and organizational conditions. The paper proposes the Flexible Employment Maturity Index (FEMI), which integrates indicators of digital infrastructure, legal regulation, occupational structure and the actual use of flexible work arrangements. The methodology makes it possible to distinguish between the potential readiness of a national economy for flexible employment and its practical implementation. The index is applied to the EAEU member states, revealing differences in the maturity of flexible employment models and identifying the main constraints on their further development. The findings indicate that despite the relatively high level of institutional readiness in several EAEU countries, the practical use of flexible employment remains limited. Further development of flexible employment requires improvements in legal regulation, statistical monitoring, digital infrastructure and organizational practices supporting hybrid work.

Keywords: flexible employment, labour market, employment maturity, remote work, hybrid work, EAEU, digitalization.

References

1. Gusev A.B., Yurevich M.A. Globalizatsiya zanyatosti na fone pandemii COVID-19 [Globalization of employment during the COVID-19 pandemic]. Vestnik MGIMO-Universiteta, 2021, vol. 14, no. 1, pp. 148–173. DOI: 10.24833/2071-8160-2021-1-76-148-173.
2. Tonkikh N.V., Babintseva A.V., Dzhuma V.I., Markova T.L. Privlekatel'nost' gibkikh i tsifrovykh form zanyatosti dlya Digital pokoleniya [The attractiveness of flexible and digital forms of employment for the digital generation]. Vestnik Omskogo universiteta. Seriya "Ekonomika", 2023, vol. 21, no. 4, pp. 36–45. DOI: 10.24147/1812-3988.2023.21(4).36-45.
3. Bulavina D.V. Distantsionnyi trud kak sposob realizatsii kontseptsii ustoichivogo razvitiya [Remote work as a means of implementing the concept of sustainable development]. European and Asian Law Review, 2023, vol. 6, no. 4, pp. 10–24. DOI: 10.34076/27821668_2023_6_4_10.
4. Ostapenko V.A., Morozova I.M., Kazantseva N.V. Razvitie novykh form zanyatosti v usloviyakh tsifrovoi transformatsii ekonomiki [Development of new forms of employment under the conditions of digital transformation of the economy]. E-Management, 2022, vol. 5, no. 3, pp. 64–72.
5. Khutorova N.A., Urumov N.I. Faktory i predposylki razvitiya gibkikh form zanyatosti na global'nom rynke truda [Factors and prerequisites for the development of flexible forms of employment in the global labour market]. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika, 2025, no. 12, pp. 54–68. DOI: 10.24891/gkhkmd. EDN: GKHKMD.
6. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 3rd ed. Chicago; London: University of Chicago Press, 1993. 402 p. Available at: https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-third-edition
7. Castells M. The Rise of the Network Society. 2nd ed. Chichester; Malden; Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. 597 p. Available at: https://www.wiley.com/en-us/The+Rise+of+the+Network+Society-p-9781405196864
8. Messenger J.C. Telework in the 21st Century: An Evolutionary Perspective. Cheltenham; Northampton: Edward Elgar Publishing, 2019. 352 p. Available at: https://www.e-elgar.com/shop/gbp/telework-in-the-21st-century-9781789903744.html
9. Golovina S.Yu., Serova A.V. Modeli pravovogo regulirovaniya novykh form trudovoi zanyatosti [Models of legal regulation of new forms of employment]. Zhurnal rossiiskogo prava, 2022, vol. 26, no. 8, pp. 62–76. DOI: 10.12737/jrl.2022.084.
10. Kamarova T.A., Tonkikh N.V. Tsifrovaya zanyatost': klassifikatsiya i gendernaya spetsifika [Digital employment: classification and gender characteristics]. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Sotsial'nye nauki, 2022, no. 3(67), pp. 22–30. DOI: 10.52452/18115942_2022_3_22.
11. Piore M.J., Sabel C.F. The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity. New York: Basic Books, 1984. 355 p. Available at: https://openlibrary.org/books/OL3186412M/The_second_industrial_divide
12. Bobkov V.N. Gibkaya zanyatost': put' k khaosu ili novaya model' ustoichivosti rynkov truda? [Flexible employment: a path to chaos or a new model of labour market sustainability?]. Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii, 2018, vol. 14, no. 3, pp. 7–17. DOI: 10.24411/1999-9836-2018-10022.
13. Kapelyushnikov R.I., Zinchenko D.I. Tsifrovye formy zanyatosti na rossiiskom rynke truda. Chast' I: distantsionnaya zanyatost' [Digital forms of employment in the Russian labour market. Part I: Remote employment]. Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny, 2024, no. 6, pp. 157–181. DOI: 10.14515/monitoring.2024.6.2654.
14. Fedchenko A.A., Dorokhova N.V., Dashkova E.S. Kolichestvennaya otsenka adaptatsii zanyatosti naseleniya v rossiiskikh regionakh k usloviyam neopredelennosti [Quantitative assessment of employment adaptation in Russian regions under conditions of uncertainty]. Ekonomika regiona, 2023, vol. 19, no. 2, pp. 410–421. DOI: 10.17059/ekon.reg.2023-2-9.
15. Shuraleva S.V. O vliyanii tsifrovykh tekhnologii na pravovoe regulirovanie truda i zanyatosti uyazvimykh grupp rabotnikov [The impact of digital technologies on the legal regulation of labour and employment of vulnerable groups of workers]. Vestnik Permskogo universiteta. Yuridicheskie nauki, 2023, no. 4(62), pp. 645–661. DOI: 10.17072/1995-4190-2023-62-645-661.
16. Razumova T.O., Artamonova M.V. Gibkie formy zanyatosti v sisteme kriteriev kontseptsii "Budushchee v sfere truda" [Flexible forms of employment within the criteria system of the "Future of Work" concept]. Nauchnye issledovaniya ekonomicheskogo fakul'teta. Elektronnyi zhurnal, 2017, vol. 9, no. 4, pp. 7–27. https://archive.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=3887&p=attachment
17. Karavai A.V. Nestandartnaya zanyatost' v sovremennoi Rossii: vidy, masshtaby, dinamika [Non-standard employment in modern Russia: types, scale and dynamics]. Sotsial'no-trudovye issledovaniya, 2022, vol. 48, no. 3, pp. 81–93. DOI: 10.34022/2658-3712-2022-48-3-81-93.
18. Digital Economy: 2025: Pocket Data Book. Moscow: HSE ISSEK, 2025. 120 p. https://www.hse.ru/data/2024/11/29/1924484931/Digital_Economy_2025.pdf
19. Labour Code of the Russian Federation. Chapter 49.1. Specific regulation of remote workers. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/e3109974293f0702a9260fd10cf35a0ca2968319/
20. Yankov K.V. Approaches to Measuring and Forecasting Remote Employment. Studies on Russian Economic Development, 2021, vol. 32, no. 4, pp. 399–406. DOI: 10.1134/S107570072104016X.
21. Working from Home as the New Normal. Russian Public Opinion Research Center (VCIOM), 2025. https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rabota-iz-doma-kak-novaja-norma

Сравнительный анализ систем сертификации и оценки соответствия товаров в России и Китае

Ху Мэнци
к.э.н., доцент кафедры международного предпринимательства, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, mentsikhu@mail.ru,

Александрова Юлия Альбертовна
аспирант, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Y-u-l-i-y-a2001@yandex.ru

В статье проведен сравнительный анализ систем сертификации и оценки соответствия товаров в России с учетом наднационального регулирования Евразийского экономического союза и в Китайской Народной Республике. Сопоставлены правовые основы, формы обязательного подтверждения соответствия, стандарты, институциональная структура, механизмы аккредитации и цифровая инфраструктура. Особое внимание уделено системе China Compulsory Certification (CCC), техническим регламентам ЕАЭС и роли международных стандартов ISO. Показано, что прямое сопоставление национальных перечней продукции без учета различий в правовой природе требований методологически некорректно. На основе данных внешней торговли обосновано, что выбор приоритетов российско-китайской гармонизации целесообразно осуществлять с учетом трех взаимосвязанных критериев: масштаба товарных потоков, регуляторной сложности процедур допуска продукции на рынок и потенциального эффекта от взаимного признания результатов испытаний. Предложены направления развития отраслевой гармонизации, взаимного признания отдельных результатов испытаний и цифрового обмена верифицируемыми данными о документах оценки соответствия.

Ключевые слова: сертификация, оценка соответствия, техническое регулирование, ЕАЭС, Россия, Китай, ССС, стандартизация, аккредитация, взаимное признание.

Введение

В условиях глобализации мировой экономики обеспечение безопасности и качества товаров приобретает стратегическое значение. Международная торговля сопровождается развитием систем технического регулирования и оценки соответствия, задача которых состоит в защите потребителей, обеспечении выполнения обязательных требований и снижении рисков обращения небезопасной продукции. Одновременно различия национальных требований могут выступать техническими барьерами во внешней торговле.

Россия и Китай являются крупными участниками мировой торговли и важными торгово-экономическими партнерами. При этом российская система оценки соответствия в значительной степени функционирует в правовом поле Евразийского экономического союза, тогда как в КНР действует национальная система обязательной и добровольной сертификации. Сходство базовых принципов оценки соответствия сочетается с различиями в правовом регулировании, институциональной структуре, формах подтверждения соответствия и применяемых знаках обращения.

Актуальность исследования определяется ростом взаимной торговли и необходимостью снижения технических барьеров при сохранении требуемого уровня безопасности продукции. Цель исследования — выявить институциональные и процедурные сходства и различия систем сертификации и оценки соответствия России/ЕАЭС и Китая и определить направления их практического сближения. Научная новизна состоит в предложении рассматривать приоритеты гармонизации не только через отраслевую принадлежность продукции, но и через сочетание трех критериев: масштаба взаимных товарных потоков, регуляторной сложности процедур допуска на рынок и потенциального эффекта от взаимного признания результатов испытаний.

Методология исследования

Методологическую базу исследования составили нормативно-правовые акты наднационального и национального уровней, регулирующие техническое регулирование, сертификацию, декларирование и аккредитацию в России/ЕАЭС и Китае. Использованы положения Федерального закона № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации», технических регламентов и актов ЕАЭС, а также действующего законодательства КНР в сфере сертификации и аккредитации, включая Положение КНР о сертификации и аккредитации и документы, регулирующие систему ССС.

В работе применены сравнительно-правовой и институциональный методы, позволяющие сопоставить правовые основания, участников и формы оценки соответствия; системный подход — для анализа взаимосвязи стандартизации, сертификации и аккредитации; а также описательный статистический метод. Статистические данные используются как иллюстрация структуры отдельных товарных потоков, а не как самостоятельное доказательство эффективности той или иной национальной системы.

Результаты исследования

Российскую систему целесообразно рассматривать как часть более широкой системы технического регулирования и оценки соответствия ЕАЭС. В зависимости от вида продукции обязательные требования устанавливаются техническими регламентами ЕАЭС либо национальными актами в тех сферах, которые не охвачены наднациональным регулированием. Формами подтверждения соответствия могут выступать сертификация, декларирование и иные предусмотренные соответствующим техническим регламентом процедуры.

В КНР регулирование оценки соответствия включает законы, административные положения, обязательные и рекомендательные государственные стандарты, а также специальные правила обязательной сертификации продукции. Важное место занимает единая система обязательной сертификации China Compulsory Certification (CCC), применяемая к продукции, включенной в действующий каталог.

Ключевым российским актом остается Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1], закрепляющий основы установления обязательных требований, применения стандартов и подтверждения соответствия. Вопросы аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий регулируются Феде-

ральным законом от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» [2]. На уровне ЕАЭС существенную роль играют технические регламенты Союза и единые реестры документов об оценке соответствия.

Российская модель разграничивает обязательные требования и добровольно применяемые стандарты. При этом конкретная форма оценки соответствия определяется не самим фактом существования технического регламента, а положениями соответствующего регламента и схемами оценки соответствия, установленными для конкретной продукции.

Правовую основу сертификации и аккредитации в КНР формирует, в частности, Положение КНР о сертификации и аккредитации (国务院令第390号), введенное в действие 1 ноября 2003 г. и впоследствии неоднократно пересматривавшееся [8]. Оно определяет понятия сертификации и аккредитации, общие принципы деятельности соответствующих организаций и полномочия государственного надзора. Закон КНР «О качестве продукции» регулирует более широкий круг вопросов качества и ответственности за продукцию и не должен отождествляться с основным актом о сертификации.

Обязательная сертификация в Китае распространяется не на все товары, а на продукцию, включенную в действующий каталог ССС. Для такой продукции до выпуска на рынок, продажи, импорта или использования в иных хозяйственных целях должны быть выполнены предусмотренные правилами процедуры оценки соответствия и, когда это требуется применимой схемой, получен сертификат и нанесен знак ССС [9].

На национальном уровне в России для продукции, не охваченной техническими регламентами ЕАЭС, сохраняют значение перечни, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 23.12.2021 № 2425 (в действующей редакции) [3]. Однако данный перечень методологически нельзя напрямую сопоставлять с каталогом ССС без учета различий в правовой природе требований и охвате продукции.

Ключевым элементом китайской системы обязательной оценки соответствия является China Compulsory Certification (CCC) [4]. Система действует с начала 2000-х гг., однако ее каталог и модели подтверждения соответствия регулярно пересматриваются.

По состоянию на апрель 2026 г. официальный перечень ССС включает 17 крупных категорий и 106 видов продукции. В него входят, в частности, электрические провода и кабели, бытовые электроприборы, электронная продукция, автомобили и компоненты, игрушки, средства пожарной безопасности, газовые приборы, отдельные аккумуляторы и зарядные устройства и другие группы продукции [9].

Следовательно, использование исторического «первого каталога» (19 групп и 132 категории) для характеристики современной системы ССС некорректно без специальной оговорки. В дальнейшем анализ должен опираться на действующий каталог и актуальные правила применения сертификата, декларативных механизмов и маркировки.

Для корректного сопоставления целесообразно сравнивать не отдельные товарные коды, а институциональные параметры двух систем. Такое сопоставление представлено в таблице 1.

Таблица
Сравнительная характеристика систем оценки соответствия России/ЕАЭС и Китая

Критерий	Россия / ЕАЭС	Китай
Правовая основа	Федеральные законы РФ, технические регламенты и акты ЕАЭС; национальные перечни — для отдельных сфер вне ТР ЕАЭС	Положение КНР о сертификации и аккредитации, Закон о качестве продукции, правила ССС и иные нормативные акты
Формы обязательной оценки соответствия	Сертификация, декларирование и иные формы, предусмотренные конкретным техническим регламентом или национальным актом	ССС для продукции из каталога; в отдельных случаях применяются предусмотренные правилами модели самооценки/декларирования
Стандарты	ГОСТ, ГОСТ Р и стандарты ЕАЭС преимущественно применяются добровольно, если обязательность прямо не установлена регулированием	Обязательные стандарты GB и рекомендательные стандарты GB/T; обязательность зависит от вида стандарта и нормативной ссылки
Ключевые институты	ЕЭК, Росстандарт, Росаккредитация, аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории	SAMR/CNCA, CNAS, назначенные органы по сертификации и лаборатории
Маркировка	Единый знак обращения ЕАС применяется к продукции, соответствие которой подтверждено требованиям применимых ТР ЕАЭС	Знак ССС применяется к продукции в рамках обязательной сертификации в соответствии с действующими правилами
Аккредитация	Национальная система аккредитации; ведение реестров аккредитованных лиц и документов	CNAS осуществляет национальную аккредитацию органов по оценке соответствия, лабораторий и инспекционных органов
Признание зарубежных результатов	Возможно в рамках международных соглашений и установленных процедур; автоматическое признание отсутствует	Зависит от применимой схемы, международных договоренностей и решений компетентных органов; автоматическое признание отсутствует
Цифровая инфраструктура	Федеральные и союзные реестры сертификатов, деклараций и аккредитованных лиц	Государственные информационные системы и реестры по сертификации, включая данные по ССС

Источник: составлено автором на основе [1], [2], [3], [8], [9], [11].

Сопоставление показывает, что различия между системами России/ЕАЭС и Китая имеют прежде всего институциональный и процедурный характер. Нельзя обоснованно выводить отраслевые «приоритеты» государств только из перечней обязательной сертификации: состав таких перечней определяется рисками продукции, моделью технического регулирования и распределением полномочий между национальным и наднациональным уровнями.

В российской системе необходимо различать технические регламенты и стандарты. Технические регламенты устанавливают обязательные требования безопасности, тогда как национальные и межгосударственные стандарты, как правило, применяются добровольно и могут использоваться как один из способов подтверждения выполнения требований технических регламентов. Поэтому ГОСТ или ГОСТ Р нельзя определять как «документ добровольной сертификации»: это нормативный документ по стандартизации, а добровольная сертификация представляет собой отдельную процедуру оценки соответствия.

Форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов определяется конкретным ТР ЕАЭС. В зависимости от продукции это может быть сертификат соответствия, декларация о соответствии либо иная предусмотренная форма. Декларация принимается заявителем на основании доказательственных материалов в установленном порядке, а сертификат выдается аккредитованным органом по сертификации на основании предусмотренных схемой процедур, включая испытания.

В Китае наряду с обязательной системой ССС действует добровольная сертификация. Она может использоваться компаниями для подтверждения дополнительных характеристик продукции, повышения доверия контрагентов и соответствия требованиям закупочных или отраслевых систем, однако ее правовые последствия отличаются от обязательной сертификации.

Важную роль в китайской системе играют государственные стандарты. В общем виде выделяются обязательные стандарты GB и рекомендательные стандарты GB/T [5]. При этом вывод о юридической обязательности должен делаться применительно к конкретному стандарту и конкретной продукции, поскольку обязательность может вытекать из статуса стандарта либо из нормативной ссылки на него.

Обязательные стандарты применяются к вопросам, для которых государством установлены обязательные требования, включая безопасность и охрану здоровья и окружающей среды. Рекомендательные стандарты применяются добровольно, если иное не следует из договора, технического задания или нормативного акта.

Россия и Китай участвуют в деятельности Международной организации по стандартизации (ISO) и используют международные стандарты как основу для национальной стандартизации. При этом ISO разрабатывает международные стандарты, но сама не проводит сертификацию и не выдает сертификаты; сертификацию осуществляют независимые органы по сертификации [10]. Это разграничение принципиально важно для корректного описания международной инфраструктуры оценки соответствия.

В России национальным членом ISO выступает Росстандарт; международные стандарты могут приниматься в качестве национальных или межгосударственных стандартов. В Китае международные стандарты также используются при разработке национальных стандартов; например, GB/T 19001-2016 основан на ISO 9001:2015. Однако наличие эквивалентного или идентичного национального стандарта само по себе не означает обязательность сертификации по ISO.

Институциональная структура также требует разграничения функций. В России Росстандарт отвечает прежде всего за государственную политику и функции в сфере стандартизации и метрологии, Росаккредитация — за национальную систему аккредитации, а непосредственную оценку соответствия выполняют аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории в пределах области аккредитации.

В Китае государственный надзор в сфере сертификации осуществляется в системе Государственного управления по регулированию рынка (SAMR) и Государственного управления КНР по сертификации и аккредитации (CNCA). Национальную аккредитацию органов по оценке соответствия осуществляет China National Accreditation Service for Conformity

Assessment (CNAS), определенный в качестве национального органа по аккредитации [11].

CNAS аккредитует, в частности, органы по сертификации, лаборатории и инспекционные органы. Аккредитация подтверждает компетентность организации выполнять конкретные виды работ и не должна смешиваться с самой сертификацией продукции. Для лабораторий используются критерии, основанные в том числе на ISO/IEC 17025, а для других видов органов оценки соответствия — соответствующие международные и национальные критерии [11].

Российско-китайское сотрудничество в области стандартизации развивается по ряду отраслевых направлений, включая пищевую продукцию [6]. Вместе с тем выбор приоритетов гармонизации целесообразно соотносить со структурой двусторонней торговли, технологической сложностью продукции и величиной потенциальных издержек, связанных с повторными испытаниями и сертификацией.

В таблице 2 приведены имеющиеся в исходной статистической выборке данные по отдельным товарным позициям импорта из Китая в Россию. Поскольку за 2022 г. представлено только значение за январь, эти данные не должны использоваться для сопоставления годовой динамики 2020–2022 гг.; они применяются исключительно для иллюстрации различий масштаба товарных потоков.

Таблица 2

Импорт отдельных товарных позиций из Китая в Россию: 2020, 2021 гг. и январь 2022 г. (долл. США)

Код ТН ВЭД ЕАЭС	Сокращенное наименование товара	2020, долл. США	2021, долл. США	янв. 2022, долл. США
1006	Рис	3 131 766,23	2 589 501,80	257 185,26
1008	Гречиха, просо и прочие зерновые злаки	53 066,05	102 477,74	47 225,05
0207	Мясо и пищевые субпродукты домашней птицы	681 730,68	565 808,40	109 966,94
0208	Мясо и пищевые субпродукты прочих животных	333 429,76	175 089,18	150 753,15
0303	Рыба мороженая	67 478 040,48	60 093 784,68	-
0304	Филе рыбное и прочее мясо рыбы (включая фарш)	40 647 438,29	58 328 756,94	4 995 280,54
1515	Растительные жиры и масла прочие	2 043 127,78	3 435 415,94	253 986,70
8517	Аппаратура связи и части к ней	6 502 556 123,40	8 200 855 599,06	820 684 436,33
8516	Бытовые и прочие электронагревательные приборы, электроплиты	906 316 662,10	1 207 752 299,95	103 181 188,10
9503	Игрушки и головоломки	863 449 113,23	1 082 774 481,16	106 676 732,23

Источник: составлено автором на основе статистических таблиц внешней торговли Евразийской экономической комиссии [7]. Примечание: данные за январь 2022 г. являются неполным периодом и несопоставимы с годовыми значениями 2020 и 2021 гг.

Данные таблицы 2 демонстрируют существенные различия в стоимостном масштабе отдельных товарных позиций. Поскольку приведенные периоды различаются по продолжительности и не охватывают последние годы, статистический блок используется исключительно для структурного сопоставления масштабов отдельных товарных потоков, а не для оценки современной динамики торговли.

В представленной выборке стоимостные объемы большинства продовольственных позиций существенно ниже объемов по отдельным промышленным и потребительским товарам. Исключением являются отдельные рыбные позиции, импорт которых в 2020–2021 гг. измерялся десятками миллионов долларов США.

Наиболее крупные значения в выборке приходятся на аппаратуру связи (код 8517), бытовые электронагревательные приборы (8516) и игрушки (9503). Это указывает на потенциально значимый экономический эффект от снижения дублирующих процедур оценки соответствия именно для массовых и технологически сложных товарных потоков, при условии сохранения требований безопасности.

Следовательно, при выборе направлений гармонизации необходимо учитывать одновременно объем торговли, регуляторную сложность и риски продукции. Приоритетность не должна определяться только абсолютным импортом: для продукции с повышенными рисками требования безопасности могут обоснованно оставаться более строгими. Практически перспективным является поэтапное взаимное признание отдельных результатов испытаний и протоколов аккредитованных лабораторий в тех секторах, где методики испытаний и технические требования уже в значительной степени сопоставимы.

Заключение

Проведенный анализ показывает, что системы России/ЕАЭС и Китая основаны на общих принципах оценки соответствия, но различаются по правовой архитектуре, распределению полномочий, перечням обязательной продукции и конкретным процедурам допуска на рынок. Поэтому гармонизация должна строиться не как механическое унифицирование национальных перечней, а как сближение требований и процедур в конкретных секторах.

Во-вторых, перспективным направлением является развитие механизмов взаимного или упрощенного признания результатов испытаний, прежде всего между компетентными и аккредитованными лабораториями. Это способно сокращать повторные испытания, издержки бизнеса и сроки выхода продукции на рынок, не отменяя национального контроля за безопасностью.

В-третьих, целесообразно активизировать совместную работу в рамках ISO, ЕАЭС и двусторонних рабочих групп по сопоставлению стандартов, методик испытаний и терминологии. Наиболее реалистичным представляется отраслевой подход: пилотные механизмы следует внедрять там, где технические требования уже близки и существует значимый взаимный товарный поток.

В-четвертых, существенный потенциал имеет цифровизация оценки соответствия: обмен верифицируемыми данными о сертификатах, декларациях, областях аккредитации лабораторий и результатах испытаний может повысить прослеживаемость документов и снизить административные издержки.

В целом дальнейшее сближение систем стандартизации и оценки соответствия России/ЕАЭС и Китая должно носить прагматичный, поэтапный и риск-ориентированный характер. Экономический эффект гармонизации целесообразно оценивать через сочетание масштаба товарных потоков, стоимости дублирующих процедур и уровня риска продукции. Такой подход позволяет совместить задачу снижения технических барьеров с сохранением необходимого уровня защиты потребителей и безопасности рынка.

Литература

1. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 19.08.2026).

2. Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156522/ (дата обращения: 19.08.2026).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.12.2021 № 2425 (ред. от 11.09.2025) «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия…» [Электронный ресурс] // СПС «КонсультантПлюс». URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405516/ (дата обращения: 19.08.2026).

4. Кузнецов П. Н., Лыкова А. Б. Сравнительный анализ системы стандартизации и сертификации России и Китая // Наука и образование. 2024. Т. 7, № 4. EDN CXUCIP.

5. Система обязательной сертификации промышленной продукции в КНР [Электронный ресурс] // Росстандарт. URL: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/international/abroad (дата обращения: 19.08.2026).

6. Подведены итоги российско-китайского сотрудничества в области стандартизации и метрологии за 2024 год [Электронный ресурс] // Росстандарт. URL: https://www.rst.gov.ru/ (дата обращения: 19.08.2026).

7. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии [Электронный ресурс]. URL: https://eec.eaeunion.org/ (дата обращения: 19.08.2026).

8. Положение КНР о сертификации и аккредитации (中华人民共和国认证认可条例): Постановление Государственного совета КНР № 390; с последующими изменениями [Электронный ресурс]. URL: https://www.cnca.gov.cn/hlwfw/ywzl/jyjctjyjc/flfg/art/2023/art_31b13bdab28a4436b1e75b063f7ace60.html (дата обращения: 19.08.2026).

9. Свод правил обязательной сертификации продукции ССС (强制性产品认证实施规则汇总), обновление по состоянию на апрель 2026 г. [Электронный ресурс] // Государственное управление КНР по сертификации и аккредитации (CNCA). URL:

https://www.cnca.gov.cn/hlwfw/ywzl/qzxcprz/ssgz/art/2026/art_5261f654e02d45edaf0805fb268c9fc9.html (дата обращения: 19.08.2026).

10. Certification [Electronic resource] // International Organization for Standardization (ISO). URL: https://www.iso.org/certification.html (accessed: 19.08.2026).

11. China National Accreditation Service for Conformity Assessment (CNAS): official information on the national accreditation body and accreditation criteria [Electronic resource]. URL: https://www.cnas.org.cn/ (accessed: 19.08.2026).

Comparative analysis of product certification and conformity assessment systems in Russia and China

HU Mengqi, **Aleksandrova Yu.A.**
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article provides a comparative analysis of product certification and conformity assessment systems in Russia, taking into account supranational regulation within the Eurasian Economic Union, and in the People's Republic of China. The study compares the legal framework, forms of mandatory conformity assessment, standards, institutional arrangements, accreditation mechanisms and digital infrastructure. Particular attention is paid to China Compulsory Certification (CCC), EAEU technical regulations and the role of ISO international standards. The analysis demonstrates that direct comparison of national product lists is methodologically incorrect unless differences in the legal nature and scope of regulatory requirements are considered. Using foreign trade data, the article argues that priorities for Russian-Chinese harmonization should be selected according to three interrelated criteria: the scale of trade flows, the regulatory complexity of market access procedures, and the potential effect of mutual recognition of test results. The paper proposes sector-specific harmonization, partial mutual recognition of test results, and digital exchange of verifiable conformity assessment data.

Keywords: certification, conformity assessment, technical regulation, EAEU, Russia, China, CCC, standardization, accreditation, mutual recognition.

1. Federal Law No. 184-FZ of 27 December 2002 “On Technical Regulation”. ConsultantPlus legal reference system. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (accessed 19 August 2026). (In Russian).
2. Federal Law No. 412-FZ of 28 December 2013 “On Accreditation in the National Accreditation System”. ConsultantPlus legal reference system. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156522/ (accessed 19 August 2026). (In Russian).
3. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 2425 of 23 December 2021 (as amended on 11 September 2025) “On Approval of the Unified List of Products Subject to Mandatory Certification and the Unified List of Products Subject to Declaration of Conformity…”. ConsultantPlus legal reference system. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_405516/ (accessed 19 August 2026). (In Russian).
4. Kuznetsov P.N., Lykova A.B. Comparative analysis of standardization and certification systems in Russia and China. Nauka i obrazovanie [Science and Education]. 2024;7(4). EDN CXUCIP. (In Russian).
5. Mandatory certification system for industrial products in the PRC. Rosstandart. Available at: https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/activity/international/abroad (accessed 19 August 2026). (In Russian).
6. Results of Russian-Chinese cooperation in standardization and metrology for 2024. Rosstandart. Available at: https://www.rst.gov.ru/ (accessed 19 August 2026). (In Russian).
7. Eurasian Economic Commission: official website. Available at: https://eec.eaeunion.org/ (accessed 19 August 2026).
8. Regulations of the People’s Republic of China on Certification and Accreditation (中华人民共和国认证认可条例), State Council Decree No. 390, as amended. Available at: https://www.cnca.gov.cn/hlwfw/ywzl/jyjctjyjc/flfg/art/2023/art_31b13bdab28a4436b1e75b063f7ace60.html (accessed 19 August 2026). (In Chinese).
9. Compilation of China Compulsory Certification (CCC) implementation rules (强制性产品认证实施规则汇总), updated April 2026. Certification and Accreditation Administration of the People’s Republic of China (CNCA). Available at: https://www.cnca.gov.cn/hlwfw/ywzl/qzxcprz/ssgz/art/2026/art_5261f654e02d45edaf0805fb268c9fc9.html (accessed 19 August 2026). (In Chinese).
10. Certification. International Organization for Standardization (ISO). Available at: https://www.iso.org/certification.html (accessed 19 August 2026).
11. China National Accreditation Service for Conformity Assessment (CNAS): official information on the national accreditation body and accreditation criteria. Available at: https://www.cnas.org.cn/ (accessed 19 August 2026).

Регионализация мировой торговли и трансформация внешнеэкономических связей России

Черняховский Борис Игоревич
кандидат экономических наук, доцент, Российский государственный гуманитарный университет, 23.01.1993@bk.ru

В статье анализируется трансформация внешнеторговых связей России в условиях геополитической фрагментации мировой экономики и усиления процессов регионализации. Актуальность исследования обусловлена кардинальным изменением внешнеэкономического положения РФ после 2014 и 2022 годов, потребностью в переориентации торговых потоков с недружественных стран на региональные объединения Азии и Глобального Юга. На основе анализа эволюции внешнеполитических концепций России и статистических данных о динамике товарооборота в рамках ЕАЭС, ШОС и БРИКС выявлены основные тренды и структурные ограничения регионализации внешней торговли. Полученные результаты показывают, что переориентация внешней торговли на рынки дружественных стран является важным условием для устойчивого развития России в условиях геополитической фрагментации. Сделан вывод, что дальнейшая эффективность переориентации внешнеэкономических связей России будет зависеть как от развития сотрудничества с другими странами в рамках интеграционных объединений, так и от внутреннего экономического и технологического развития страны.
Ключевые слова: регионализация, геополитическая фрагментация, внешняя торговля России, санкционные ограничения, Европейский союз, Евразийский экономический союз, Шанхайская организация сотрудничества, БРИКС.

Введение

Геополитическая фрагментация стала одной из ключевых тенденций мировой экономики последних десятилетий, в рамках которой формируются конкурирующие блоки государств, применяющие торговые ограничения. Если еще в 2011 году в научной литературе отмечалось развитие глобализационных процессов и на продолжение тренда интеграции в мировом экономическом сообществе, то с тех пор мир претерпел кардинальные изменения [4, с. 167].

Для России геополитическая фрагментация стала явно выраженной в 2014 году, когда присоединение Крыма к России было крайне негативно воспринято странами Европейского союза (далее – ЕС) и США (страны западного блока). В результате эти страны ограничили торговлю с РФ путем наложения санкций. В ответ Россия ввела контрсанкции. Начало в феврале 2022 года Специальной военной операции привело к эскалации конфликта с указанными странами и введению масштабных санкций против России и существенному сокращению торговли с ней.

Поэтому целью статьи является анализ изменений внешнеторговых связей России в условиях санкционных ограничений и геополитической фрагментации мировой торговли, а также оценка потенциала развития торгово-экономического сотрудничества России в рамках региональных и мегарегиональных соглашений: ЕС, Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС, Союз), Шанхайской организации сотрудничества (далее – ШОС) и БРИКС.

Глобализация и регионализация во внешнеполитическом курсе России

Глобализация и ее оценка были объектами пристального внимания российских экономистов и политологов на протяжении всего времени существования современной России. С 1990-х годов по настоящее время оценка глобализационных процессов существенно поменялась. Если ранее считалось, что глобализация приносит безусловную пользу для России, то в последующем стали отмечаться ее недостатки, которые невозможно игнорировать.

Отправной точкой могут служить «Основные положения концепции внешней политики Российской Федерации» от 1993 года. В этом документе указывалось на активную включенность страны в процессы глобализации и ее выгоды. Кроме того, декларировался курс на развитие взаимовыгодных отношений с тремя группами стран: государствами ближнего зарубежья, западными государствами и «новыми индустриальными странами в различных регионах». Такой подход к внешней политике свидетельствовал о максимальной открытости РФ к развитию отношений с другими государствами. Важной целью также объявлялось достижение «устойчивого развития отношений с США с установкой на стратегическое партнерство, а в перспективе – на союзничество», а также построение устойчивых отношений со странами Западной Европы [13].

В тот период данные процессы воспринимались Россией позитивно, поскольку в условиях переходного периода экономике были необходимы ресурсы, доступ к которым обеспечивала глобализация (кредитование от МВФ, массовый приток товаров из других стран, в том числе развитых и др.). Тем не менее, уже в 1993 году отмечались недостатки развивающихся тогда глобализационных процессов (гегемония США и однополярность мира).

В 2000 году была принята новая концепция внешней политики, характеризующаяся направленностью на формирование нового внешнеполитического курса страны. В данной концепции ставились под сомнение сложившиеся условия глобализации, поскольку они приводили к доминированию США, ослаблению роли Совета Безопасности ООН, ставке на западные институты и форумы ограниченного состава при решении вопросов международной безопасности [14]. К 2000 году политический курс РФ был направлен на сохранение своего суверенитета, развитие многополярного мироустройства и постепенное укрепление собственного «полюса», а такая стратегия неизбежно приводила к конфликту с западным блоком стран.

Концепции 2008, 2013 и 2016 годов не содержали существенных изменений по сравнению с концепцией 2000 года. Концепция 2023 года продолжает тот же курс, что и в предыдущих, но отмечает существенные перемены в мироустройстве и участие России в гибридной войне нового типа. В качестве важной задачи провозглашается укрепление потенциала многосторонних региональных объединений и интеграционных струк-

тур с участием России. Она стремится к поддержке и интеграции дружественных для России многосторонних институтов в рамках Союзного государства, ЕАЭС, СНГ, ШОС, БРИКС, в том числе в целях формирования Большого Евразийского партнерства [15].

Во всех указанных концепциях прослеживается стремление России к построению партнерских отношений со странами ближнего зарубежья и развитию регионального сотрудничества со всеми его участниками. Так, в 2016 году впервые упомянуто ЕАЭС как объединение, в рамках которого Россия развивает торгово-экономические отношения с его участниками [16]. Однако ЕАЭС и БРИКС в концепциях упоминаются крайне редко, гораздо большее внимание уделяется СНГ и ШОС [6, с. 327].

В современных условиях геополитическая фрагментация для России выражается в разделении стран на дружественные/нейтральные и недружественные, которые ввели антироссийские санкции либо присоединились к ним [11, с. 17]. Распоряжением Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих в отношении РФ, российских юридических лиц и физических лиц недружественные действия» был утвержден первый перечень таких государств, включавший 48 стран. На момент написания статьи этот список включал 49 государств [17].

Следует отметить, что такое разделение является условным и не означает, что с недружественными странами полностью прекращены торговые или дипломатические отношения. К тому же в любой момент даже дружественная или нейтральная по отношению к России страна может сменить политический курс. Например, новый президент Аргентины Хавьер Милей в декабре 2023 года отказался от ранее согласованного вхождения страны в БРИКС. Поэтому в научной литературе отмечается, что в современных условиях фрагментации невозможно четко определить блоки дружественных/недружественных государств по аналогии с ранее существовавшим делением на «социалистические» и «капиталистические» страны [7, с. 60].

Итак, Россия развивает свою внешнеторговую политику в условиях усиливающейся геополитической фрагментации мировой экономики и противостояния государствам западного блока. В этих условиях Россия вынуждена переориентировать внешнеторговые связи на государства, не оказывающие санкционного давления, и развивать сотрудничество в рамках региональных и мегарегиональных торговых соглашений.

Развитие внешнеторговых связей России в рамках региональных интеграционных объединений

В сложившихся условиях Россия развивает торговые отношения со странами, входящими в ЕАЭС, ШОС и БРИКС, участником которых она является. Наряду с этим Россия не прекратила полностью торговлю со странами ЕС даже в условиях санкционного давления. Однако из-за санкций объемы такой торговли существенно уменьшились (Рисунок 1).

Рисунок 1. Объем торговли товарами между Россией и ЕС (2021–2025).
Источник: [18].

Максимальный объем торговли между ЕС и Россией был зафиксирован в 2021 – начале 2022 года, но после начала Специальной военной операции и введения масштабных санкций против России, торговля существенно сократилась. В период с первого квартала 2022 года по четвертый квартал 2025 года экспорт в Россию сократился на 61%, а импорт из России – на 90%. В результате во втором квартале 2025 года торговый баланс ЕС с Россией стал положительным, а в четвертом квартале 2025 года он составил 1,5 млрд евро. Положительное сальдо в торговле между ЕС и Россией является аномалией, поскольку за всю историю наблюдений с 2002 года такое сальдо ни разу не фиксировалось [19]. Это отражает более глубокое падение российского экспорта по сравнению с импортом из ЕС.

Несмотря на введенные ограничения по итогам 2024 года, ЕС остается важным торговым партнером для России по наблюдениям Немецкого экономического института (Institut der deutschen Wirtschaft, IW) [12, с. 2]. Это можно объяснить невозможностью моментальной перестройки торговых связей и необходимостью адаптации европейских стран к новым условиям, поэтому торговля продолжается, хоть и в меньших объемах.

Однако санкционное давление продолжает расти, поэтому восстановление объемов торговли с ЕС до уровня 2021 года не предвидится. Более того, на Совещании о ситуации на мировом рынке нефти и газа от 09.03.2026 В.В. Путин заявил, что Россия рассматривает возможность ухода с европейского рынка в части поставок энергоресурсов [20]. С точки зрения торговли рынок ЕС не может быть признан полностью бесперспективным, но ограничения, введенные против России, в ближайшей перспективе сохранятся. Это означает, что ЕС не сможет стать ключевым торговым партнером для России и ей нужно продолжать многовекторное развитие внешней торговли.

Перспективным направлением развития внешнеэкономических связей является углубление сотрудничества со странами ЕАЭС, ШОС, БРИКС и развитие проектов «Экономический пояс Шелкового пути» (далее – ЭПШП) и «Промышленно-логистический коридор Север-Юг».

Взаимная торговля в рамках ЕАЭС развивается стремительными темпами. Так, к 2023 году объем взаимной торговли вырос с 45,6 млрд до 86,9 млрд долларов, а прирост за 2022–2024 годы составил 13,8 млрд долларов [21]. С момента образования в 2015 году до настоящего времени Союз достиг значительных успехов во взаимной интеграции торговли: сформировано общее таможенное пространство, создана система защиты внутреннего рынка от демпингуемых и некачественных товаров, создан общий рынок труда и предоставлены социальные гарантии гражданам стран-участниц и другие [22].

Однако интеграция в рамках Союза осуществляется медленными темпами ввиду существования некоторых факторов, негативно влияющих на нее: невысокий уровень торгово-экономической связанности ЕАЭС, низкий уровень научно-технологического и инновационного развития стран, экономические противоречия между участниками, сложности в формировании договоренностей и другие [9, с. 15]. Например, в 2025 году должен был вступить в силу международный договор о формировании общих рынков нефти и нефтепродуктов Союза, однако этот срок был перенесен на 2027 год [23]. Как отмечают Е.С. Петренко, А.В. Варламов и Ю.Г. Лещенко, ЕАЭС сталкивается и с иными негативными факторами: агрессивная внешняя среда (например, глобальная конкуренция), сырьевая направленность экономик участниц, наличие теневой экономики и коррупции [5, с. 1196].

Несмотря на указанные факторы, интеграция в ЕАЭС не демонстрирует обратной динамики, а продолжает свое поступательное развитие, которое охарактеризовано Б.А. Хейфецем как «накопительная интеграция», идущая медленно, но устойчиво. При этом для России ЕАЭС не может стать единственной площадкой для торговли, поскольку доля оборота взаимной торговли с государствами-членами Союза во внешнеторговом обороте России составляет лишь 13,2% в 2024 году [24].

ШОС – это одно из крупнейших региональных объединений в мире, охватывающее значительную часть территории Евразии. Страны-участники ШОС являются важными торговыми партнерами для России. Согласно данным ITC, за 2015–2023 гг. внешнеторговый товарооборот стран ШОС с Российской Федерацией увеличился в 2,9 раза (со 120,1 млрд до 342,3 млрд долларов). Наибольший рост товарооборота зафиксирован после пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 в связи с восстановлением экономик после пандемии, а также в связи с переориентацией торговли РФ после введения многочисленных торговых ограничений со стороны западных стран. В 2023 году объем внешней торговли товарами ШОС с Россией увеличился на 23,7%: экспорт в Россию вырос на 36,3%, импорт из России – на 17,4% (Рисунок 2) [25].

Как видно из графика, товарооборот стран ШОС с Россией демонстрирует устойчивых восходящий тренд, несмотря на незначительные спады в 2016 и 2020 годах. Развитие долгосрочного сотрудничества в рамках ШОС перспективно для России, поскольку в него не входят государства, официально отнесенные Россией к недружественным, которые могут в любой момент прекратить торговлю с ней.

Еще одним важным мегарегиональным объединением является БРИКС, состоящий из десяти стран, в том числе такие крупные экономики, как Китай и Индия. Усиление торгово-экономического сотрудничества между странами-участницами является одной из ключевых целей

объединения, что соответствует задаче России по продвижению экспорта на рынки, альтернативные рынку ЕС. С момента создания объединения в 2009 году взаимный экспорт девяти стран БРИКС (без Индонезии) увеличился с 269 до 919 млрд долларов США, а доля экспорта участников БРИКС на рынки стран объединения выросла с 13,5% до 18,3% на 2023 год [1, с. 38]. Торговля России с участниками объединения составила 41,4% внешнеторгового оборота страны на 2023 год, что обусловлено переориентацией внешней торговли России на страны Азии в результате геополитической ситуации [8, с. 30].

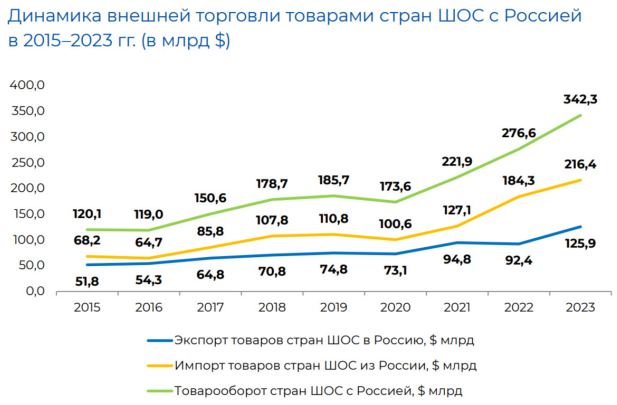


Рисунок 2. Динамика внешней торговли товарами стран ШОС с Россией в 2015–2023 гг. (в млрд долларов).
Источник: [25].

В научной литературе отмечается, что БРИКС является перспективным объединением, способным оказать кардинальное влияние на мировую торговлю [10, с. 436]. Вместе с тем сохраняется ряд проблем, затрудняющих развитие данного мегарегионального объединения. Несмотря на развитие торговли в БРИКС, партнеры продолжают применять тарифные и нетарифные ограничения по отношению друг к другу. Также к ограничивающим факторам относятся разный уровень экономического развития, военного потенциала, региональное экономическое неравенство, территориальная удаленность [3, с. 431]. Помимо этого, Китай, используя свое политическое влияние, продвигает свои интересы таким образом, что это приводит к косвенным издержкам для других стран-участниц [2, с. 62].

Из вышеизложенного следует, что Россия имеет возможность продвигать свои экономические и торговые интересы на нескольких площадках помимо стран ЕС. Тем не менее, для сохранения Россией значимой роли в мировой торговле ей необходимо наращивать свой научно-технологический потенциал, чтобы в перспективе обеспечить экономический рост на уровне высокоразвитых стран. В противном случае экономическое развитие страны будет характеризоваться зависимостью от высокоразвитых стран и низкими темпами экономического роста [26].

Таким образом, Россия сохраняет возможности для интеграции в мировую торговлю через ЕАЭС, ШОС, БРИКС. Эффективность такой переориентации зависит как от внешнеэкономических условий, так и от внутреннего экономического и технологического развития страны. Низкий уровень вложений в научно-технологический потенциал России может привести к закреплению за страной статуса поставщика сырья и ограничить перспективы экономического роста, что не лучшим образом скажется на интеграционных процессах в региональных объединениях, прежде всего, в ЕАЭС.

Заключение

В условиях усиливающейся геополитической фрагментации мировой экономики и роста санкционного давления Россия вынуждена трансформировать внешнеторговые связи. Если в 1993 году существовала идея бесконфликтной глобализации в рамках доминирования западных институтов, то к третьему десятилетию XXI века эта идея окончательно потеряла актуальность, и России пришлось перейти к прагматической модели многовекторного развития.

В этих условиях важную роль играют региональные интеграционные объединения, в которых участвует Россия. Так, в рамках ЕАЭС формируются устойчивые торгово-экономические связи между Россией и некоторыми государствами постсоветского пространства. Значительный потенциал развития внешней торговли России связан с сотрудничеством со странами ШОС и БРИКС. Расширение взаимодействия в рамках данных объединений отражает более широкий процесс переориентации российской внешней торговли на рынки Азии, Ближнего Востока и других стран Глобального Юга. Рост товарооборота со странами этих объединений свидетельствует о формировании новых экономических связей, которые способны частично компенсировать сокращение торговли с западными странами.

Дальнейшее укрепление позиций России в мировой торговле во многом зависит от внутренних факторов экономического развития. Низкий уровень инвестиционных вложений в модернизацию экономики приведет к усилению зависимости от передовых стран и ограничит возможности экономического роста. В этой связи ключевое значение приобретает увеличение инвестиций в научные исследования, что позволит повысить конкурентоспособность российской экономики и расширить структуру экспортируемой продукции.

Таким образом, современная трансформация мировой экономики создает для России как ограничения, так и возможности для развития внешнеторговых связей. Усиление взаимодействия в рамках ЕАЭС, ШОС и БРИКС позволяет адаптировать российскую экономику к условиям геополитической фрагментации. При этом долгосрочная эффективность такой переориентации будет определяться не только внешними обстоятельствами, но и способностью России обеспечить технологическое развитие собственной экономики.

Литература

1. Воронина Т.В., Яценко А.Б., Гнатковский А.А. Состояние и проблемы торгового сотрудничества стран БРИКС в условиях асимметрии экономического потенциала // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2025. Т. 11 (77). № 2. С. 29–44.

2. Леонова О.Г. Расширение БРИКС и его геополитические последствия // Россия и современный мир. 2024. № 2 (123). С. 55–71.

3. Максакова М.А., Ткаченко С.С. Инновационное развитие стран БРИКС и его влияние на внешнеэкономическую деятельность // Научные труды Вольного экономического общества России. 2024. Т. 248. № 4. С. 424–440.

4. Ощепков А.М. Влияние процессов регионализации, регионализма и цикличности на стратегии развития региональных социально-экономических систем // Российское предпринимательство. 2011. Т. 12. № 10. С. 166–172.

5. Петренко Е.С., Варламов А.В., Лещенко Ю.Г. Экономическая безопасность России в процессе интеграции в Евразийский экономический союз // Экономические отношения. 2020. Т. 10. № 4. С. 1191–1210.

6. Сироткин М.С., Баженова М.В. Сравнительный контент-анализ концепций внешней политики РФ: 1993–2023 гг. // Власть. 2024. № 5. С. 321–329.

7. Скриба А.С. Столкновение фрагментов? Влияние фрагментации мирового порядка на возрождение блокового соперничества // Актуальные проблемы Европы. 2024. № 1. С. 42–64.

8. Стародубцева Е.Б. Торговое сотрудничество стран-участниц БРИКС: проблемы развития // Мировая экономика и мировые финансы. 2024. Т. 3. № 5. С. 27–33.

9. Точин А.В., Алиев Т.М., Чимирис Е.С., Безруков А.Э., Кузьмичев К.С., Пыжиков Н.С., Стоянова Е.В. Развитие ЕАЭС 2022+: стратегические задачи и требования времени: доклад № 84/2023 // Российский совет по международным делам (РСМД). М.: НП РСМД, 2023. 78 с.

10. Филимонова Ю.В. Торгово-экономическое сотрудничество России со странами БРИКС: состояние и тенденции развития // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2024. Т. 1. № 18. С. 431–437.

11. Хейфец Б.А. Геополитический регионализм и новая регионализация мировой экономики // Вестник международных организаций. 2024. Т. 19. № 4. С. 7–22.

12. Simon Gerards Iglesias. Sanktionen gegen Russland. Wer finanziert noch Putins Kriegskasse? // IW-Kurzbericht. 2025. № 53. URL: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2025/IW-Kurzbericht_2025-Sanktionen-gegen-Russland.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

13. Концепции внешней политики РФ, 1993-2023 гг. [Электронный ресурс] // URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/ds5VD1mNcAPRaN7f6AJ_NRkV5NZcqUiVievnNR3jCdbI34f9HWLECoT3nqa8R_AJAImBzgMTBzYdDnaHraIuCLGjeyN98GFW2rIYS4Pf6QGXYQhBJW0uDQ/Kontseptsii_vneshney_politiki_RF_1993-2023_gg.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

14. Концепция внешней политики Российской Федерации от 28.06.2000 [Электронный ресурс] // Консорциум «Кодекс» URL: https://docs.cntd.ru/document/901764263?section=text (дата обращения – 17.03.2026).

15. Концепция внешней политики Российской Федерации от 31.03.2023 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента РФ. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/49090 (дата обращения – 17.03.2026).

16. Концепция внешней политики Российской Федерации от 30.11.2016 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента РФ. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41451 (дата обращения – 17.03.2026).

17. Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р «Об утверждении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц» [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203070001 (дата обращения – 17.03.2026).

18. EU27 (from 2020) trade by SITC product group [Электронный ресурс] // Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ext_st_eu27_2020sitc__custom_17758693/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=ee456a66-4fa1-4f53-83ec-311c653550b1&c=1755527273930 (дата обращения – 17.03.2026).

19. EU trade with Russia – latest developments [Электронный ресурс] // Eurostat. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=EU_trade_with_Russia_-_latest_developments&stable=0 (дата обращения – 17.03.2026).

20. Совещание о ситуации на мировом рынке нефти и газа [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента РФ. URL: http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/79293 (дата обращения – 17.03.2026).

21. Пылин А. ЕАЭС как экономический центр формирования Большого Евразийского партнерства [Электронный ресурс] // Российский совет по международным делам. URL: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/eaes-kak-ekonomicheskiy-tsentr-formirovaniya-bolshogo-evraziyskogo-partnerstva/ (дата обращения – 17.03.2026).

22. Винокуров Е.Ю. Приоритеты евразийской интеграции – 2020 [Электронный ресурс] // Евразийский банк развития. URL: https://eabr.org/upload/iblock/ac6/Vinokurov_Prioritety-evraziyskoyintegratsii.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

23. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 26.12.2024 № 10 «О внесении изменений в Решение Высшего Евразийского экономического совета от 6 декабря 2018 г. № 23» [Электронный ресурс] // Правовой портал Евразийского экономического союза. URL: https://docs.eaeunion.org/documents/242/9795/ (дата обращения – 17.03.2026).

24. Социально-экономическое развитие за 10 лет в ЕАЭС. 2024 [Электронный ресурс] // Евразийская экономическая комиссия. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/1f8/uqffvtycb96ahbvuvt6opk2d7cbky0m4/EEC-Russia-Brochure.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

25. Мониторинг актуальных событий в области международной торговли от 04.02.2025 № 98 [Электронный ресурс] // Всероссийская академия внешней торговли. URL: https://www.vavt-imef.ru/wp-content/uploads/2025/02/Monitoring_98.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

26. Глазьев С.Ю., Митяев Д.А., Ткачук С.П. О возможностях экономического развития ЕАЭС в долгосрочной перспективе: научный доклад Научного совета РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию [Электронный ресурс] // URL: https://ukros.ru/wp-content/uploads/2023/05/1.1.-Доклад-НС-РАН-О-возможностях-эк.развития-ЕАЭС-в-долгосрочной-перспективе.pdf (дата обращения – 17.03.2026).

Regionalization of world trade and the transformation of Russia`s foreign economic relations

Chernyakhovsky B.I.
Russian State University for the Humanities

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article analyzes the transformation of Russia`s foreign trade relations in the context of geopolitical fragmentation of the global economy and the intensification of regionalization processes. The relevance of the study is driven by the fundamental changes in Russia`s foreign economic position after 2014 and 2022, as well as by the need to redirect trade flows from unfriendly countries toward regional associations in Asia and the Global South. Based on an analysis of the evolution of Russia`s foreign policy concepts and statistical data on trade turnover dynamics within the Eurasian Economic Union (EAEU), the Shanghai Cooperation Organisation and BRICS, the study identifies the main trends and structural constraints of foreign trade regionalization. The findings demonstrate that the reorientation of foreign trade toward the markets of friendly counties constitutes an important condition for Russia`s sustainable development under geopolitical fragmentation. It is concluded that the further effectiveness of the reorientation of Russia`s foreign economic relations will depend both on the development of cooperation with other countries within integration associations and on the country`s domestic economic and technological development.

Keywords: regionalization, geopolitical fragmentation, Russia`s foreign trade, sanctions restrictions, European Union, Eurasian Economic Union, Shanghai Cooperation Organisation, BRICS.

References

1. Voronina T.V., Yatsenko A.B., Gnatkovskiy A.A. The state and problems of trade cooperation of BRICS countries under conditions of asymmetry of economic potential // Scientific notes of V.I. Vernadsky Crimean federal university. Economics and management. 2025. Vol. 11 (77). № 2. Pp. 29–44.
2. Leonova O.G. BRICS expansion and its geopolitical consequences // Russia and the contemporary world. 2024. № 2 (123). Pp. 55–71.
3. Maksakova M.A., Tkachenko S.S. Innovative development of BRICS countries and its impact on foreign economic activity // Scientific works of the Free economic society of Russia. 2024. Vol. 248. № 4. Pp. 424–440.
4. Oshchepkov A.M. The influence of regionalization, regionalism and cyclicality on the development strategies of regional socio-economic systems // Russian entrepreneurship. 2011. Vol. 12. № 10. Pp. 166–172.
5. Petrenko E.S., Varlamov A.V., Leshchenko Yu.G. Russia`s economic security in the process of integration into the Eurasian Economic Union // Economic relations. 2020. Vol. 10. № 4. Pp. 1191–1210.
6. Sirotkin M.S., Bazhenova M.V. Comparative content analysis of the foreign policy concepts of the Russian Federation: 1993–2023 // Power. 2024. № 5. Pp. 321–329.
7. Skriba A.S. Collision of fragments? The impact of world order fragmentation on the revival of bloc rivalry // Current problems of Europe. 2024. № 1. Pp. 42–64.
8. Starodubtseva E.B. Trade cooperation among BRICS member countries: development challenges // World economy and world finance. 2024. Vol. 3. № 5. Pp. 27–33.
9. Tochin A.V., Aliev T.M., Chimiris E.S., Bezrukov A.E., Kuzmichev K.S., Pyzhikov N.S., Stoyanova E.V. Razvitie EAEU development 2022+: strategic objectives and requirements of the time. Report № 84/2023. Russian international affairs council. Moscow: NP RIAC, 2023. 78 p.
10. Filimonova Yu.V. Trade and economic cooperation between Russia and the BRICS countries: current state and development trends // Bulletin of Angarks state technical university. 2024. Vol. 1. № 18. Pp. 431–437.
11. Kheyfets B.A. Geopolitical regionalism and the new regionalization of the world economy //International organizations research journal. 2024. Vol. 19. № 4. Pp. 7–22.
12. Simon Gerards Iglesias. Sanctions against Russia. Who still finances Putin`s war chest? // IW short report. 2025. № 53. Available from: https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2025/IW-Kurzbericht_2025-Sanktionen-gegen-Russland.pdf (Accessed: 17.03.2026).
13. Foreign policy concepts of the Russian Federation, 1993–2023 [Electronic resource]. Available from: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/ds5VD1mNcAPRaN7f6AJ_NRkV5NZcqUiVievnNR3jCdbI34f9HWLECoT3nqa8R_AJAImBzgMTBzYdDnaHraIuCLGjeyN98GFW2rIYS4Pf6QGXYQhBJW0uDQ/Kontseptsii_vneshney_politiki_RF_1993-2023_gg.pdf (Accessed: 17.03.2026).
14. Foreign policy concept of the Russian Federation dated June 28, 2000. [Electronic resource]. Available from: https://docs.cntd.ru/document/901764263?section=text (Accessed: 17.03.2026).
15. Foreign policy concept of the Russian Federation dated March 31, 2023. [Electronic resource]. Available from: http://www.kremlin.ru/acts/bank/49090 (Accessed: 17.03.2026).
16. Foreign policy concept of the Russian Federation dated November 30, 2016 [Electronic resource]. Available from: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41451 (Accessed: 17.03.2026).
17. Decree of the Government of the Russian Federation dated March 5, 2022 No. 430-r "On approving the list of foreign states and territories committing unfriendly actions against the Russian Federation, Russian legal entities and individuals" [Electronic resource]. Official internet portal of legal information. Available from: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203070001 (Accessed: 17.03.2026).
18. EU27 (from 2020) trade by SITC product group [Electronic resource]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ext_st_eu27_2020sitc__custom_17758693/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=ee456a66-4fa1-4f53-83ec-311c653550b1&c=1755527273930 (Accessed: 17.03.2026).
19. EU trade with Russia – latest developments [Electronic resource]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=EU_trade_with_Russia_-_latest_developments&stable=0 (Accessed: 17.03.2026).
20. Meeting on the situation in the global oil and gas market [Electronic resource]. Official website of the President of the Russian Federation. Available from: http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/79293 (Accessed: 17.03.2026).
21. Pylin A. The EAEU as an economic center for the formation of the Greater Eurasian Partnership [Electronic resource]. Russian International Affairs Council. Available from: https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/eaes-kak-ekonomicheskiy-tsentr-formirovaniya-bolshogo-evraziyskogo-partnerstva/ (Accessed: 17.03.2026).
22. Vinokurov E.Yu. Priorities of Eurasian integration – 2020 [Electronic resource]. Eurasian Development Bank. Available from: https://eabr.org/upload/iblock/ac6/Vinokurov_Prioritety-evraziyskoyintegratsii.pdf (Accessed: 17.03.2026).
23. Decision of the Supreme Eurasian Economic Council dated December 26, 2024 No. 10 "On amendments to the Decision of the Supreme Eurasian Economic Council dated December 6, 2018 No. 23" [Electronic resource]. Legal portal of the Eurasian Economic Union. Available from: https://docs.eaeunion.org/documents/242/9795/ (Accessed: 17.03.2026).
24. Socio-economic development over 10 years in the EAEU. 2024 [Electronic resource]. Eurasian Economic Commission. Available from: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/1f8/uqffvtycb96ahbvuvt6opk2d7cbky0m4/EEC-Russia-Brochure.pdf (Accessed: 17.03.2026).

Развитие исламской экономики и услуг исламского банкинга в странах снг на примере Казахстана, Узбекистана, Таджикистана и Кыргызстана

Юлдашев Нурилло Масидикович
соискатель, кафедра финансовых рынков и финансовых институтов, Института управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, kalam111a@mail.ru

В статье рассматривается развитие исламской экономики и услуг исламского банкинга в странах СНГ на примере Казахстана, Узбекистана, Таджикистана и Кыргызстана. Определены теоретические основы исламского банкинга и исламской экономики. Приведен зарубежный опыт правового регулирования партнёрского финансирования. Выявлены институциональные особенности исламских банков. Определены предпосылки развития услуг исламского банкинга и исламской экономики в странах Центральной Азии. Проанализированы особенности развития исламского банкинга в Казахстане. Дана характеристика современному состояния и перспективам развития исламского банкинга в Узбекистане. Выявлены разновидности исламских банковских продуктов в Узбекистане, Таджикистане, Кыргызской Республике. Определены проблемы и перспективы развития исламского банкинга в странах СНГ.
Ключевые слова: исламский банкинг, СНГ, Центральная Азия, ЕАЭС, финансовая система, национальное законодательство.

Актуальность исследования развития исламского банкинга и исламской экономики на постсоветском пространстве обусловлена рядом факторов экономического, демографического и институционального характера. Востребованность данной темы продиктована совокупностью экономических, демографических и институциональных обстоятельств. Прежде всего, в странах Центральной Азии — таких как Казахстан, Узбекистан, Таджикистан и Киргизия — наблюдается последовательное повышение интереса к финансовым механизмам, исключающим использование процентов. Кроме того, значительная доля жителей указанных регионов исповедует ислам, что формирует естественный социальный запрос на услуги, согласующиеся с религиозными предписаниями. Наконец, интеграционные процессы в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) требуют унификации подходов к регулированию партнёрского финансирования. Полагаю, что рассмотрение текущего положения и возможных путей эволюции исламского банкинга в этих странах представляет не только теоретический, но и практический интерес для корректировки национальных законодательств и финансовых систем.

Цель данной работы состоит, во-первых, в систематизации теоретических представлений о сущности исламского банкинга; во-вторых, в изучении зарубежной практики регулирования партнерского финансирования; в-третьих, в описании институциональных черт исламских банков; и, в-четвёртых, в выявлении особенностей развития исламского банкинга в государствах Центральной Азии, включая трудности и возможные перспективы.

Теоретические основы исламского банкинга и исламской экономики

Прежде чем обратиться к анализу конкретных случаев в отдельных странах, необходимо очертить концептуальную рамку исследования. Исламская экономика как научное направление опирается на ряд базовых принципов, которые отличают её от классической западной экономической теории. Ключевым из них является запрет риба — то есть процента или ростовщичества, корни которого восходят к священным текстам ислама — Корану и Сунне. Помимо этого, действует запрет на гарар (чрезмерную неопределённость и спекулятивные операции) и майсир (азартные игры). Ещё одним важным положением выступает принцип совместного несения прибылей и убытков, который используется во многих исламских финансовых механизмах. Наконец, сделки должны иметь реальное материальное обеспечение, то есть финансирование привязывается к реальным активам [9].

Исламский банк, как институциональная форма воплощения данных принципов, представляет собой финансовое учреждение, чья деятельность согласуется с нормами шариата [9, с. 15-18]. Стоит отметить, что исламский банкинг не сводится исключительно к религиозному явлению; это альтернативная модель финансового посредничества, которая способна привлечь не только мусульман, но и любых клиентов, заинтересованных в более этических и устойчивых формах размещения средств [9].

Исламские банки предлагают широкий спектр продуктов, которые можно разделить на несколько категорий. К основным инструментам относятся: мурабаха (торговое финансирование с заранее оговорённой наценкой), иджара (исламский лизинг), мудараба (доверительное партнёрство, где одна сторона вносит капитал, а другая — труд), мушарака (совместное предприятие на долевых началах), а также сукук (исламские ценные бумаги, напоминающие облигации) [9, с. 22-25].

На мой взгляд, наиболее точное определение исламской экономики дано рядом современных учёных, которые видят в ней не просто набор беспроцентных инструментов, а целостную хозяйственную систему, основанную на социальной справедливости, отказе от неоправданного обогащения и этическом инвестировании [3, с. 112]. В контексте стран СНГ такое понимание приобретает особый смысл, поскольку исламская экономика воспринимается не только как альтернатива традиционной финансовой системе, но и как средство социальной интеграции мусульманских общин [2, с. 78-80].

Зарубежный опыт правового регулирования партнёрского финансирования

При оценке перспектив внедрения исламского банкинга в государствах СНГ, по моему убеждению, следует учитывать практику тех стран, где исламские финансы уже получили значительное развитие. Зарубежная практика правового регулирования партнёрского финансирования обнаруживает несколько моделей встраивания исламских банков в национальные финансовые системы [7, с. 8-12]. Опыт мусульманских государств, где исламская банковская система действует десятилетиями, крайне важен для понимания возможностей её распространения в странах СНГ.

Во-первых, существует модель полностью исламского банкинга, реализованная в таких странах, как Судан, Иран и Пакистан, где вся банковская сфера функционирует исключительно на беспроцентной основе. Как показывает практика, эта модель работоспособна при жёстком государственном контроле, однако её применимость в условиях либеральной экономики ограничена [7].

Во-вторых, можно говорить о модели дуальной банковской системы, когда исламские банки действуют вместе с традиционными процентными банками в рамках единого правового поля. Это самая распространённая модель, используемая в странах Персидского залива (Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар, Кувейт), а также в Малайзии, Индонезии и Бахрейне. В этом случае государства принимают специальные законы о партнёрском финансировании, формируют централизованные органы шариатского контроля и обеспечивают налоговую нейтральность для исламских операций [7, с. 14-16]. Опыт Малайзии демонстрирует, что успешное развитие исламского банкинга возможно в светском государстве с многонациональным составом населения, где мусульмане составляют чуть больше 60%. Ключевыми факторами успеха здесь стали: последовательная государственная политика по созданию правовой базы; учреждение центрального органа шариатского контроля при Центральном банке Малайзии; а также активное привлечение иностранного капитала и сотрудничество с международными исламскими финансовыми институтами. Саудовская Аравия, напротив, показывает модель «естественного» развития исламского банкинга в условиях, где исламские нормы составляют основу правовой системы. В этой стране исламские банки соперничают с традиционными, при этом доля исламских финансовых активов превышает половину банковского сектора [8, с. 30-38].

В-третьих, выделяется модель «исламских окон», при которой традиционные банки получают право предлагать отдельные исламские продукты через специальные подразделения. Эта модель характерна для стран, где исламский банкинг находится на начальном этапе развития. Как отмечается в исследованиях, для постсоветских государств именно модель «исламских окон» выглядит наиболее реалистичной, так как она не требует коренной перестройки существующей банковской инфраструктуры [8, с. 20-22].

Важным элементом зарубежного опыта является также формирование институциональной инфраструктуры для исламского банкинга. Речь идёт о национальных советах по шариатскому контролю, рейтинговых агентствах, специализирующихся на оценке исламских инструментов, а также о системе подготовки и сертификации кадров для исламских банков [7, с. 18-20; 8, с. 25-27].

Институциональные особенности исламских банков

Исламские банки как институты обладают рядом характерных черт, которые следует учитывать при анализе возможностей их внедрения в странах СНГ. К наиболее важным из них, на мой взгляд, относятся следующие.Во-первых, это наличие совета шариатских учёных (Shariah Board) при каждом исламском банке. Этот орган контролирует соответствие всех банковских продуктов и операций нормам шариата. Члены совета должны обладать знаниями как в области исламского права (фикха), так и в сфере финансов. Если в стране отсутствует централизованный орган шариатского контроля, каждый банк может создавать собственный совет, что, однако, порождает риск расхождений в толковании норм [9, с. 30-33].

Во-вторых, исламские банки используют особые счета для привлечения средств. Вместо традиционных депозитных счетов с гарантированной процентной ставкой предлагаются счета, основанные на принципе разделения прибыли (мудараба). По таким счетам вкладчики получают долю от прибыли, полученной банком от инвестиционной деятельности, но при этом несут и риски убытков. Как показывают исследования, для многих клиентов этот механизм оказывается менее привлекательным, чем гарантированный процент, особенно в условиях экономической нестабильности [9, с. 35-37].

Третий аспект связан с ограничениями, накладываемыми на исламские банки в отношении выбора отраслей для финансирования. Согласно предписаниям шариата, таким учреждениям запрещено вкладывать средства в производство и реализацию алкоголя, табака, оружия, свиноводческой продукции, а также в игорный бизнес. С одной стороны, подобные ограничения сужают спектр инвестиционных возможностей, однако с другой — они стимулируют формирование более ответственной и социально ориентированной финансовой системы, что подтверждается исследованиями [9, с. 40-42].

Четвертый аспект касается специфических подходов к управлению ликвидностью. Поскольку процентное межбанковское кредитование находится под запретом, исламским банкам приходится применять альтернативные механизмы для краткосрочного размещения свободных ресурсов. В государствах, где исламская финансовая инфраструктура хорошо развита, используются такие инструменты, как сукук мурабаха и взаимное кредитование на основе мударабы. В странах, лишенных подобных инструментов, исламские банки сталкиваются с проблемой избыточной ликвидности [9, с. 45-48].

Предпосылки развития услуг исламского банкинга и исламской экономики в странах Центральной Азии

Распространение исламской экономической модели и исламского банкинга в государствах Центральной Азии уходит корнями в глубокие исторические и социокультурные традиции. Как отмечается в современных публикациях, процесс социализации ислама в этом регионе сопровождается ростом интереса к экономическим системам, опирающимся на религиозные принципы [1, с. 15-18]. В этой связи, на наш взгляд, необходимо разграничивать два аспекта: во-первых, собственно религиозную мотивацию населения, стремящегося соблюдать нормы шариата в финансовой сфере; во-вторых, прагматический интерес к альтернативным источникам финансирования, особенно в периоды кризисов традиционной банковской системы. Казахстан, Узбекистан, Таджикистан и Кыргызстан находятся на разных стадиях институционализации исламского банкинга, однако все они демонстрируют общую тенденцию — переход от эпизодического появления единичных продуктов к формированию целостной законодательной и институциональной базы [4, с. 33-35]. Можно предположить, что эта тенденция будет усиливаться по мере углубления интеграции в рамках ЕАЭС и под влиянием международных финансовых организаций, которые активно продвигают принципы партнерского финансирования.

Казахстан: лидер региона по развитию исламского банкинга

Казахстан является безусловным лидером среди центральноазиатских стран по уровню развития исламского банкинга. На наш взгляд, это обусловлено рядом факторов. Во-первых, Казахстан первым среди государств СНГ законодательно закрепил возможность функционирования исламских банков, приняв в 2009 году Закон «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам организации и деятельности исламских банков и организации исламского финансирования». Во-вторых, в стране были созданы реально действующие исламские финансовые институты, среди которых особое место занимает Исламский банк «Al Hilal» — дочернее подразделение одноименной группы из ОАЭ [5, с. 22-25].

Как показывают исследования, казахстанский опыт характеризуется стремлением к интеграции исламских финансовых инструментов в общую экономическую систему. В частности, активно развивается такой инструмент, как иджара (исламский лизинг), который используется для финансирования приобретения транспортных средств, сельскохозяйственной техники и оборудования для малого и среднего бизнеса [6, с. 7-10]. На наш взгляд, иджара является наиболее адаптированным к постсоветским реалиям инструментом, поскольку механизм лизинга хорошо знаком участникам рынка.

Вместе с тем, несмотря на очевидные достижения, казахстанский исламский банкинг сталкивается с рядом проблем. Во-первых, доля исламских финансовых активов в общей банковской системе остается незначительной — по разным оценкам, не более 0,5–1%. Во-вторых, наблюдается дефицит квалифицированных кадров, владеющих знаниями как в области традиционных финансов, так и в сфере исламского права. В-третьих, сохраняются налоговые и регуляторные барьеры, которые мешают исламским банкам полностью реализовать свой потенциал [2, с. 80-83].

Развитие исламского банкинга в Узбекистане: современное состояние и перспективы

Переходя к анализу ситуации в Узбекистане, важно отметить, что эта страна является относительно новым игроком на рынке исламских финансов. Долгое время, в силу идеологических ограничений советского периода и последующих десятилетий независимости, исламский банкинг здесь не развивался. Однако в последние годы ситуация начала меняться.

Развитие исламского банкинга в Узбекистане выходит на новый этап благодаря принятию двух ключевых нормативно-правовых актов, которые закладывают фундамент для полноценного функционирования финансовых институтов, работающих по принципам шариата. Первый — Закон «О внесении дополнений и изменений в некоторые законодательные акты Республики Узбекистан, направленных на внедрение исламской банковской деятельности» (принят Законодательной палатой 11 ноября 2025 года, одобрен Сенатом 5 февраля 2026 года). Этот закон является системообразующим, он вносит поправки в существующую законодательную базу, устраняя правовые барьеры для работы исламских банков. Второй документ — Постановление Правления Центрального банка Узбекистана от 2024 года «Об утверждении Положения о порядке оказания услуг исламского финансирования микрофинансовыми организациями». Этот подзаконный акт служит практическим инструментом. В совокупности оба акта обеспечивают правовую среду, необходимую для устойчивого и прозрачного развития исламского банкинга в Узбекистане — от крупных банков до микрофинансовых организаций.

Возможности создания и развития исламских банков в Узбекистане связаны, во-первых, с высоким уровнем религиозности населения, во-вторых, с потребностью в привлечении инвестиций из стран Персидского залива и Малайзии, в-третьих, с необходимостью диверсификации банковской системы [10, с. 5-8]. На наш взгляд, Узбекистан обладает значительным потенциалом для развития исламского банкинга, однако его реализация требует решения ряда проблем.

Экономическое значение развития исламских банков в Узбекистане трудно переоценить. Во-первых, такие банки могут привлечь в экономику средства тех слоев населения, которые по религиозным соображениям не пользуются услугами традиционных банков. По оценкам экспертов, доля такого населения может составлять от 20 до 40 процентов, что представляет собой значительный неохваченный сегмент рынка. Во-вторых, развитие исламского банкинга может способствовать притоку иностранных инвестиций из стран исламского мира, заинтересованных в размещении капитала в экономически растущих регионах. В-третьих, исламские финансовые инструменты могут стать альтернативным источником финансирования для малого и среднего бизнеса, который часто испытывает трудности при получении кредитов в традиционных банках [11, с. 10-12]

Разновидности исламских банковских продуктов в Узбекистане, Таджикистане, Кыргызской Республике

Анализ текущей ситуации показывает, что в Узбекистане на данный момент получили распространение следующие разновидности исламских банковских продуктов. Во-первых, мурабаха (торговое финансирование с наценкой) является наиболее востребованным продуктом. В рамках этого инструмента банк приобретает товар (например, автомобиль, оборудование или недвижимость) и перепродает его клиенту с фиксированной наценкой при условии рассрочки платежа. Мурабаха используется для финансирования как физических, так и юридических лиц. Преимуществом данного продукта является его прозрачность: клиент заранее знает точную сумму наценки, что исключает элемент гарара (неопределенности) [12, с. 35-37].

Вторым по значимости инструментом выступает иджара, представляющая собой исламский аналог лизинга, который активно внедряется в банковскую практику Узбекистана. В рамках данной схемы финансовое учреждение приобретает материальный актив и передает его клиенту во временное пользование с возможностью последующего выкупа. До момента полного погашения стоимости объекта банк сохраняет за собой право собственности, что минимизирует кредитные риски для организации. Иджара широко востребована при финансировании покупки сельскохозяйственной техники, коммерческого транспорта и промышленного оснащения [9, с. 42-44].

Третий инструмент — мудараба, или доверительное партнерство, — пока не получил значительного распространения в Узбекистане, однако, по оценкам местных экономистов, его потенциал оценивается как весьма существенный. В рамках мударабы банк выступает в роли владельца капитала (рабб аль-маль), а клиент выполняет функции управляющего (мудариб). Полученная прибыль делится между сторонами согласно заранее установленной пропорции, тогда как возможные убытки несет исключительно банк. Данный механизм особенно привлекателен для поддержки стартапов и инновационных проектов, но требует от банков высокой квалификации в анализе инвестиционных рисков [11, с. 38-40].

Что касается Таджикистана, то, на наш взгляд, эта страна демонстрирует наиболее неоднозначную динамику в становлении исламского банкинга среди государств Центральной Азии. С одной стороны, в 2014 году был принят Закон «Об исламской банковской деятельности», заложивший правовую основу для работы исламских финансовых институтов. С другой стороны, практическая реализация данного закона столкнулась с серьезными препятствиями [5, с. 25-28]. Во-первых, в Таджикистане так и не был учрежден полноценный исламский банк; все имеющиеся инициативы ограничивались открытием так называемых исламских окон при обычных банках. Во-вторых, регуляторная среда оставалась недостаточно благоприятной, что отпугивало потенциальных иностранных инвесторов. В-третьих, экономическая нестабильность в стране, включая последствия пандемии COVID-19 и колебания национальной валюты, негативно отразилась на развитии всех сегментов финансового рынка, в том числе исламского банкинга [2, с. 85-87].

Тем не менее, представляется, что потенциал исламского банкинга в Таджикистане по-прежнему высок. Значительная часть населения исповедует религиозные нормы в повседневной жизни, и спрос на беспроцентные финансовые продукты существует. Логично предположить, что по мере стабилизации экономической ситуации и совершенствования нормативной базы Таджикистан сможет реализовать отложенный потенциал развития исламских финансов.

Кыргызская Республика занимает уникальное положение среди стран Центральной Азии: именно здесь был принят один из наиболее проработанных законов о партнерском финансировании на постсоветском пространстве. Речь идет о Законе Кыргызской Республики от 14 июля 2022 года № 83 «О партнерском финансировании», который заменил прежнюю нормативную базу [1, с. 18-20]. Во-первых, данный закон ввел в правовое поле страны все ключевые исламские финансовые инструменты: мурабаху, иджару, мударабу и мушараку, а также создал правовые основы для выпуска сукук. Во-вторых, закон предусмотрел создание при Национальном банке Кыргызской Республики Совета по шариатскому контролю, который осуществляет централизованный надзор за соответствием финансовых продуктов нормам исламского права. В-третьих, закон установил налоговые льготы для операций партнерского финансирования, включая освобождение от НДС операций мурабаха, что стимулирует развитие этого сектора [6, с. 12-15].

На наш взгляд, кыргызский опыт представляет особый интерес для других стран СНГ по нескольким причинам. Во-первых, Кыргызстан продемонстрировал возможность создания полноценной законодательной базы для исламского банкинга без простого копирования зарубежных моделей, а с учетом национальных особенностей. Во-вторых, учрежденный в Кыргызстане Совет по шариатскому контролю при центральном банке может служить образцом для других государств региона, стремящихся к централизованному регулированию исламских финансов. Вместе с тем, исламский банкинг в Кыргызстане сталкивается с типичными для региона проблемами. Доля партнерского финансирования в общем объеме банковских активов остается незначительной. Наблюдается недостаток маркетинговых усилий по популяризации исламских продуктов среди населения, значительная часть которого не обладает полной информацией о сути и преимуществах партнерского финансирования [3, с. 120-122].

Проведенный анализ позволяет систематизировать основные разновидности исламских банковских продуктов, распространенных в странах Центральной Азии. На наш взгляд, можно выделить следующие категории. Во-первых, торговые инструменты, среди которых доминирует мурабаха. Этот продукт представляет собой договор купли-продажи с отсрочкой платежа, при котором банк приобретает товар и перепродает его клиенту с фиксированной наценкой. Мурабаха получила наибольшее распространение в Казахстане и Кыргызстане при финансировании покупки автомобилей, недвижимости и бытовой техники [5, с. 30-32]. Преимущество мурабахи заключается в ее прозрачности для клиентов, поскольку четко указываются цена и наценка, а также в относительной простоте учета для банков. Во-вторых, арендные инструменты, прежде всего иджара. Как отмечается в исследованиях, иджара является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов исламского банкинга на постсоветском пространстве [6, с. 5-8]. В отличие от традиционного лизинга, иджара предполагает, что банк остается собственником актива в течение всего срока договора, что снижает риски для организации. В Казахстане иджара активно используется для финансирования покупки сельскохозяйственной техники, строительного оборудования и коммерческого транспорта.

В-третьих, инвестиционные инструменты, включающие мударабу и мушараку. Данные инструменты, по нашему мнению, остаются наименее развитыми в странах Центральной Азии, несмотря на их высокий потенциал [4, с. 40-42]. Причинами этого являются сложность оценки и мониторинга инвестиционных проектов, а также недостаточная квалификация банковского персонала в управлении проектными рисками. Можно предположить, что по мере накопления опыта и подготовки кадров эти инструменты получат более широкое распространение. В-четвертых,

долговые ценные бумаги, или сукук. На сегодняшний день рынок сукук в странах Центральной Азии находится на начальном этапе становления. Единичные выпуски сукук были проведены в Казахстане, однако масштаб рынка остается незначительным [1, с. 22-24]. Для развития рынка сукук в регионе необходимы дополнительные законодательные изменения и создание благоприятного налогового режима для эмитентов и инвесторов.

Проблемы и перспективы развития исламского банкинга в странах СНГ

На основе проведённого анализа можно обозначить несколько ключевых трудностей, которые сдерживают распространение исламского банкинга в государствах Центральной Азии. Прежде всего, наблюдается низкий уровень осведомлённости населения относительно сути и выгод, которые предлагают исламские финансовые инструменты. Данные опросов свидетельствуют о том, что значительная часть потенциальных пользователей не проводит чёткого различия между исламскими и традиционными банковскими услугами, либо воспринимает первые исключительно как религиозный феномен, упуская из виду их экономическую природу [2, с. 88-90].

Кроме того, сохраняются препятствия нормативного характера, обусловленные неполнотой законодательной базы. Хотя во всех рассматриваемых странах уже приняты профильные законы, нерешёнными остаются вопросы, касающиеся налогообложения исламских операций (например, двойное налогообложение при использовании иджары или начисление НДС в рамках мурабахи), а также бухгалтерского учёта и взаимодействия с традиционной финансовой инфраструктурой, включая платёжные системы и депозитарные услуги [3, с. 123-125].

Остро стоит кадровая проблема. Подготовка специалистов, которые одновременно разбираются в финансовых дисциплинах и разбираются в основах исламского права (фикх аль-муамалят), в странах СНГ почти не ведётся. Исключением можно назвать лишь отдельные образовательные инициативы в Казахстане, например, в Университете Нархоз, однако их масштаб явно не покрывает потребностей рынка [4, с. 44-46].

Ещё одним серьёзным ограничением является узость ресурсной базы исламских финансовых организаций. Поскольку такие банки не могут привлекать средства через процентные депозиты, они вынуждены предлагать вкладчикам схемы разделения прибыли. В условиях экономической нестабильности подобные механизмы не всегда привлекательны для клиентов. Кроме того, отсутствие инструментов рефинансирования, аналогичных межбанковскому кредитованию на беспроцентной основе, негативно сказывается на ликвидности исламских банков [5, с. 35-37].

Проведённое исследование позволило сформулировать следующие итоги. Во-первых, страны Центральной Азии — Казахстан, Узбекистан, Таджикистан и Кыргызстан — проявляют устойчивый интерес к развитию исламского банкинга. Это подтверждается принятием национальных законов о партнёрском финансировании, созданием специализированных финансовых структур и разработкой соответствующих продуктов. Во-вторых, среди исламских банковских услуг в регионе наиболее широко распространены мурабаха (торговое финансирование с наценкой) и иджара (исламский лизинг). В то же время инвестиционные инструменты, такие как мудараба и мушарака, а также долговые ценные бумаги (сукук) находятся на начальных этапах внедрения.

По нашему мнению, будущее исламского банкинга в странах СНГ напрямую связано с преодолением ряда системных препятствий. Среди них: совершенствование нормативной и налоговой базы, разработка образовательных программ для подготовки квалифицированных кадров, а также повышение финансовой грамотности населения в части понимания преимуществ исламских финансовых продуктов. Интеграционные процессы в рамках ЕАЭС могут стать дополнительным стимулом для гармонизации подходов к регулированию партнёрского финансирования на всём пространстве.

Можно ожидать, что в ближайшие пять–семь лет доля исламских финансовых активов в общем объёме банковских систем стран Центральной Азии будет постепенно расти, хотя и останется незначительной по сравнению с традиционным сектором. Наиболее вероятным сценарием является не массовое создание отдельных исламских банков, а развитие «исламских окон» при уже существующих традиционных банках и постепенное внедрение отдельных исламских продуктов.

Литература

1. Акрамов, А. А. Распространение исламской экономики и социализация ислама в странах Центральной Азии / А. А. Акрамов, Ш. Р. Хамидов // Экономика и управление. 2021. № 4. С. 45–52.
2. Кузнецов, В. В. Партнёрское финансирование: вызовы и возможности для России и стран СНГ / В. В. Кузнецов, М. И. Юнусов // Финансы и кредит. 2022. № 6. С. 30–41.
3. Сабиров, Р. Р. Сравнительный анализ исламских и традиционных банковских продуктов: преимущества и недостатки для клиентов / Р. Р. Сабиров, Л. Х. Гафурова // Вестник банковского дела. 2023. № 2. С. 15–28.
4. Ибрагимов, Б. Т. Подходы к развитию корпоративного исламского банкинга на постсоветском пространстве и на Ближнем Востоке на примере Казахстана и Саудовской Аравии / Б. Т. Ибрагимов, А. М. Нургалиев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2022. № 7. С. 88–95.
5. Ким, Д. А. Исламское финансирование как альтернатива традиционным механизмам торгового финансирования в ЕАЭС / Д. А. Ким, Е. А. Захарова // Экономика и предпринимательство. 2023. № 5. С. 102–110.
6. Каримов, А. Ш. Опыт исламского лизингового финансирования (иджара) на постсоветском пространстве / А. Ш. Каримов, Ж. Б. Турсунова // Лизинг. 2022. № 3. С. 24–32.
7. Ахметов, И. Р. Зарубежный опыт правового регулирования партнёрского финансирования в банковской сфере как формы инвестирования / И. Р. Ахметов, Р. Р. Ахметшин // Право и экономика. 2021. № 8. С. 55–63.
8. Сатторов, Х. С. Опыт мусульманских стран в развитии исламской банковской системы / Х. С. Сатторов, Н. Т. Мукимов // Вестник Таджикского национального университета. 2022. № 3. С. 67–75.
9. Умаров, А. А. Институциональные особенности исламского бизнеса: основы исламских банков / А. А. Умаров, З. Р. Нурмухамедова // Экономика и общество. 2021. № 10. С. 40–48.
10. Nurmanova, N. B. O‘zbekistonda islom banklarini tashkil etish va rivojlantirish imkoniyatlari / N. B. Nurmanova, M. Kh. Sharipova // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. 2022. № 2. P. 5–8.
11. Xodiyev, Sh. X. O‘zbekistonda islom banklarining rivojlanishi va keng tarqalishining iqtisodiy ahamiyati / Sh. X. Xodiyev, A. A. Xakimov // Iqtisodiy islohotlar. 2023. № 1. P. 10–12.
12. Djurayev, A. T. O‘zbekiston tijorat banklarida islom moliyasi mahsulotlarini joriy etishning o‘ziga xos jihatlari va muammolari / A. T. Djurayev, B. R. Raximov // Bank ishi. 2023. № 4. P. 15–18.

Development of the Islamic economy and Islamic banking services in cis countries: the cases of Kazakhstan, Uzbekistan, Tajikistan, and Kyrgyzstan

Yuldashev N.M.
Kazan (Volga Region) Federal University

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article examines the development of the Islamic economy and Islamic banking services in CIS countries, focusing on Kazakhstan, Uzbekistan, Tajikistan, and Kyrgyzstan. It outlines the theoretical foundations of Islamic banking and the Islamic economy and presents international experience regarding the legal regulation of partnership financing. The institutional characteristics of Islamic banks are identified, and the prerequisites for the development of Islamic banking services and the Islamic economy in Central Asian countries are determined. The article analyzes the specific features of Islamic banking development in Kazakhstan and characterizes the current state and future prospects of Islamic banking in Uzbekistan. It identifies the types of Islamic banking products available in Uzbekistan, Tajikistan, and the Kyrgyz Republic, and outlines the challenges and prospects for the development of Islamic banking in CIS countries.

Keywords: Islamic banking, CIS, Central Asia, EAEU, financial system, national legislation.

References

1. Akramov, A. A. Spread of Islamic Economy and Socialization of Islam in Central Asian Countries / A. A. Akramov, Sh. R. Khamidov // Economy and Management. 2021. No. 4. pp. 45–52.
2. Kuznetsov, V. V. Partnership Financing: Challenges and Opportunities for Russia and the CIS Countries / V. V. Kuznetsov, M. I. Yunusov // Finance and Credit. 2022. No. 6. pp. 30–41.
3. Sabirov, R. R. Comparative Analysis of Islamic and Conventional Banking Products: Advantages and Disadvantages for Clients / R. R. Sabirov, L. Kh. Gafurova // Bulletin of Banking. 2023. No. 2. pp. 15–28.
4. Ibragimov, B. T. Approaches to the Development of Corporate Islamic Banking in the Post-Soviet Space and the Middle East: The Case of Kazakhstan and Saudi Arabia / B. T. Ibragimov, A. M. Nurgaliev // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2022. No. 7. pp. 88–95.
5. Kim, D. A. Islamic Finance as an Alternative to Traditional Trade Finance Mechanisms in the EAEU / D. A. Kim, E. A. Zakharova // Economy and Entrepreneurship. 2023. No. 5. pp. 102–110.
6. Karimov, A. Sh. Experience of Islamic Leasing Finance (Ijarah) in the Post-Soviet Space / A. Sh. Karimov, Zh. B. Tursunova // Leasing. 2022. No. 3. pp. 24–32.
7. Akhmetov, I. R. Foreign experience of legal regulation of partner financing in the banking sector as a form of investment / I. R. Akhmetov, R. R. Akhmetshin // Law and Economics. 2021. No. 8. pp. 55-63.
8. Sattorov, Kh. S. Experience of Muslim countries in the development of the Islamic banking system / Kh. S. Sattorov, N. T. Mukimov // Bulletin of the Tajik National University. 2022. No. 3. pp. 67-75.
9. Umarov, A. A. Institutional features of Islamic business: fundamentals of Islamic banks / A. A. Umarov, Z. R. Nurmukhamedova // Economy and Society. 2021. No. 10. pp. 40-48.

Возобновляемая энергетика Бахрейна: территориальные и институциональные ограничения в условиях роста геополитических вызовов

Текеева Альбина Рашидовна
магистрант, кафедра мировая экономики, направление «Энергетическая дипломатия и ТЭК», Дипломатическая академия МГИМО МИД России, atekeeva03@icloud.com,

Харланов Алексей Сергеевич
к.т.н., д.э.н., член Совета ректоров России, профессор, кафедра международного бизнеса, Финансовый университет при Правительстве РФ, kharlanov2009@mail.ru

В статье рассматривается развитие возобновляемой энергетики Королевства Бахрейн — малого островного государства Персидского залива с высокой плотностью застройки. Показано, что ограниченность территории влияет на пространственную структуру перехода, усиливая роль крыш, мансард и промышленных площадок, а также земель двойного использования, однако, это не является единственным ограничением и может диверсифицировать существующую инфраструктуру к её ещё большей энерговооруженности. Сопоставление темпов реализации централизованных, распределённых и промышленных проектов указывает на то, что существенную роль играют также готовность площадок, тарифные стимулы и структура закупок. Снижение доступности дешёвого внутреннего газа, несмотря на близость и соседство с богатыми углеводородными государствами Катаром и Королевством Саудовской Аравии, рост постепенного сокращения промышленных субсидий в рамках инновационного стимулирования и перехода на «зеленую повестку» могут усиливать экономические стимулы к развитию возобновляемой генерации, требуя определяющей роли данного процесса энергоперехода в регионе и дополнительного подтверждения и принятия ряда законодательных актов об ожидаемой трансформации энергетической инфраструктуры. Открытым глобальным трендом остаётся вопрос о том, на какой стадии задерживаются проекты и что в действительности движет переходом на различные источник сырья в рамках растущей геополитической напряженности и серии конфликтов, сотрясающих Ближний и Средний Восток. Работа опирается на официальные данные и отраслевые источники 2025–2026 гг.

Ключевые слова: возобновляемая энергетика, Бахрейн, Персидский залив, солнечная энергетика, самогенерация, энергетический переход, институциональные ограничения, Катар; Королевство Саудовской Аравии.

Введение

Идущее противостояние между Исламской республикой Иран с США и Израилем, а также постепенное вовлечение монархий Персидского залива в данное противостояние добавляет масла в огонь не только вопросам развития самого энергетически значимого региона мира, но и расставляет акценты в вопросах их экзистенциального существования, когда нефть и газ – это ещё и опреснительные установки, без которых сами народы Аравийского полуострова вымрут в течение короткого промежутка времени. При этом пошатнувшиеся формируемые устои «зеленой повестки», в следствие кризиса на Украине и войн в Азии и на Востоке заставляют критически осмысливать все ВИЭ и идеи их имплементации в критические энергоструктуры государств. При этом развитие возобновляемой энергетики в Королевстве Бахрейн принято объяснять нехваткой свободной территории этого островного государства, засилием глобальных ТНК и бедностью монархии, пытающейся зарабатывать на логистике и кросс-коммуникациях, а также на аренде ЦОДов для ИИ и Биг Дата как части военной инфраструктуры США, особенно американского флота и его подразделений обслуживания и ремонта. Это объяснение присутствует и в отраслевых обзорах, и в документах самого государства: Управление устойчивой энергетики связывает ставку на распределённую генерацию именно с ограниченностью доступных площадей [18]. Основания для этого есть — королевство действительно одно из самых малых и плотно застроенных государств мира. Однако, как показывает анализ, территориальный фактор влияет прежде всего на пространственную структуру перехода — распределение генерации по крышам, паркингам, полигонам и побережью, — тогда как темп реализации проектов определяется и другими обстоятельствами: готовностью площадок, тарифными стимулами и структурой закупок между энергогенерирующими компаниями и набором потенциальных потребителей вокруг них.

Факторы развития энергогенерации и отсутствие достаточного количества природных ресурсов самого королевства делают это объяснение недостаточным и требуют исследовать истинное положение вещей. Единственная свободная площадка масштаба мегапроекта — полигон твёрдых отходов в Аскаре — остаётся незастроенной после нескольких лет тендерных процедур, тогда как частная металлургическая группа Foulath в ноябре 2025 г. объявила о солнечном комплексе на четырнадцати собственных площадках [14; 15]. Почему при общем для всех территориальном ограничении одни каналы развёртывания движутся, а другие стоят — и что в таком случае в действительности определяет темп бахрейнского перехода? Статья рассматривает этот вопрос, сопоставляя три канала развёртывания генерации по продвижению проектов через стадии «объявлен — законтрактован — строится — введён в эксплуатацию»; эмпирическую базу составляют официальные материалы (ответы профильных ведомств на парламентские запросы, тендерная документация, данные Бюро съёмки и земельной регистрации) и отраслевые источники 2025–2026 гг.; расчётные и предварительные показатели маркируются особо.

1. Разрыв между целью и фактом

Официальная картина состояния энергетической отрасли содержится в ответе Управления электро- и водоснабжения (Electricity and Water Authority, EWA) на парламентский запрос депутата Ахмеда ас-Салюма, опубликованном в феврале 2026 г. При годовой выработке около 20 000 ГВт·ч доля возобновляемых источников составляет примерно 1,5%; в эксплуатацию введено 372 объекта совокупной мощностью свыше 141 МВт, а ещё 54 проекта распределённой генерации должны довести суммарную мощность приблизительно до 500 МВт [1]. Национальный план развития возобновляемой энергетики, принятый Кабинетом министров в 2017 г. при поддержке Программы развития ООН (ПРООН), предусматривал 5% к 2025 г. и, после повышения планки в 2021 г., 20% к 2035 г. [2]. Первый рубеж не достигнут: в мощностном выражении цель 2025 г. составляла 255 МВт [3].

Оценки установленной мощности при этом различаются в зависимости от источника: Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA) приводит 66 МВт фотоэлектрической мощности на конец 2024 г. [4], Enerdata для той же даты — 18 МВт возобновляемых мощностей в публичном сегменте [3], EWA — свыше 141 МВт в начале 2026 г. [1].

Эти расхождения объясняются, по-видимому, различием периметров и единиц учёта — всей генерации против публичной, установленной мощности по постоянному току против мощности присоединения, разными датами поступления данных в международную статистику, — и потому не должны трактоваться как противоречие; вместе с тем отсутствие единого, сопоставимого по периметру показателя затрудняет оценку фактического прогресса и само по себе указывает на несовершенство отраслевого учёта. Структура возобновляемой генерации практически однородна: её основу составляет солнечная фотоэлектрика, гидроэнергетический потенциал отсутствует, а ветровой ограничен и требует инновационных вкраплений генерирующих ветряных установок, способен добавить дополнительно в их контуры генерации сеть батарей или сот, успешно применяемых в регионе другими государствами, как часть «умной энергоструктуры» непрерывного и распределенного действия 24/7 собирающих и выдающих дешевую электрическую энергию.

Иллюстрацией того, что дело не только в наличии земли, служит история полигона Аскар. Тендер на станцию 100 МВт был выигран в феврале 2019 г. консорциумом ACWA Power, Mitsui и AlMoayyed с ценой 0,039 долл. за 1 кВтч; проект не был реализован [9]. В 2022 г. EWA вынесла на конкурс рекультивацию самого полигона — сбор и очистку свалочного газа, управление фильтратом, дренаж [10], — а к сентябрю 2023 г. единственным претендентом на эти работы осталась турецкая компания Goksin с предложением около 12 млн бахрейнских динаров [11]. Станция не построена. Причины задержки неоднородны и включают инженерно-геотехнические (стабилизация тела полигона, контроль просадки, специальные фундаменты), экологические (управление свалочным газом и фильтратом, разрешения), а также возможные сетевые, финансовые и административные; строительство солнечной станции на полигоне отходов само по себе представляет самостоятельную задачу, а не эквивалент застройки готовой площадки. Публичного бенчмарка типичной длительности подобных проектов в распоряжении автора нет, что не позволяет строго измерить сверхнормативность задержки. Тем не менее совокупная длительность процесса — несколько лет и несколько тендерных процедур для проекта в 100 МВт — соотносится не только со сложностью самой площадки, но и с ограниченной пропускной способностью процедур подготовки и согласования. Отдельно, в октябре 2025 г., EWA объявила международный конкурс по другому стомегаваттному проекту — Билядж-эль-Джазаир на юго-западном побережье [12]; официального подтверждения того, что этот проект является формальной заменой площадки в Аскаре, автору неизвестно, и связь между ними здесь не постулируется.

2. Три канала развёртывания генерации

Развёртывание возобновляемой генерации в Бахрейне идёт по трём каналам с различающимися условиями и результативностью: распределённому (проекты в рамках нетто-измерения), централизованному (независимые производители через государственные тендеры) и промышленному (генерация для собственного потребления и корпоративные соглашения о покупке электроэнергии). Важно с самого начала оговорить, что нетто-измерение (net metering), введённое министерским решением № 2 от 2017 г., представляет собой механизм расчётов, а не форму государственной генерации. В его рамках устанавливают оборудование домохозяйства, коммерческие и промышленные потребители, а государство задаёт правила. Точная разбивка введённых 141 МВт по этим каналам в доступных материалах не приводится, что ограничивает возможность количественного сравнения [1].

Централизованный канал — государственные тендеры на независимых производителей — сопряжён с длительными сроками. Международный конкурс по проекту Билядж-эль-Джазаир (модель «строй — владей — эксплуатируй», двадцатипятилетнее соглашение о покупке электроэнергии, целевой ввод — 30 сентября 2027 г.) объявлен в октябре 2025 г. [12]. Технические предложения вскрыты 12 марта 2026 г., к оценке допущены ACWA Power и Yellow Door Energy [13]; ценовые заявки вскрыты в июне 2026 г. [16]. На момент подготовки статьи проект находится на стадии оценки заявок, до присуждения контракта; между запуском тендера и вводом станции при благоприятном сценарии пройдёт около двух лет. Показательно, что рекордно низкая цена ещё не гарантирует реализации — как продемонстрировала рассмотренная выше история площадки Аскар, аналогичная «проклятию победителя» и предостерегающая от отождествления низкой тендерной заявки с состоявшимся вводом мощности.

Промышленный канал прямых инвестиций демонстрирует, по имеющимся сведениям, иную динамику, однако его результат пока следует оценивать осторожно, поскольку он относится к объявленному, а не к введённому проекту. В ноябре 2025 г. на инвестиционном форуме Gateway Gulf группа Foulath, материнская структура Bahrain Steel и SULB, и девелопер Yellow Door Energy объявили о проекте совокупной мощностью 123 МВтп (мегаватт пиковой мощности) по модели соглашения о покупке электроэнергии: четырнадцать площадок (десять крышных и четыре наземные) общей площадью 707 тыс. м², свыше 189,9 тыс. панелей, около 200 млн кВтч в первый год и сокращение выбросов примерно на 90 тыс. т CO_2 [14; 15]. Следует различать величины: 123 МВтп относятся ко всему комплексу из четырнадцати площадок, тогда как фигурирующие в ряде сообщений 50 МВтп — это мощность крупнейшей отдельной крышной установки внутри комплекса, размещённой на новом складском навесе. В случае реализации проект увеличит возобновляемую мощность королевства на величину, сопоставимую с накопленной за предшествующие годы; на дату настоящей статьи он объявлен, но ещё не достиг подтверждённого финансового закрытия или начала строительства, и потому не может рассматриваться как состоявшееся доказательство превосходства промышленного канала.

Сдержанность необходима и потому, что каналы различаются почти по всем существенным условиям, а не только по организатору. Централизованный проект требует отдельной площадки, выдаёт энергию в общую сеть, проходит государственный тендер и зависит от сетевого присоединения; промышленный использует уже контролируемые компанией земли и кровли, значительную часть выработки может потреблять на месте (за счётчиком) и оформляется прямым коммерческим соглашением. Различие темпов может, таким образом, отражать не различие институциональной эффективности как таковой, а разную сложность проектов — и это ограничивает силу вывода. Тем не менее структурная особенность страны делает промышленный канал потенциально значимым: собственная электростанция Aluminium Bahrain имеет мощность свыше 3,9 ГВт [17], промышленные самопроизводители (captive generation) владеют, по отраслевым оценкам, значительной долей генерирующих мощностей, а на промышленность приходится более половины потребления электроэнергии [3]. Крупный промышленный потребитель располагает собственными площадками и балансом, что в принципе позволяет ему реализовывать проекты, не завися ни от государственного тендера, ни от отведения земли. Осторожная формулировка состоит в том, что в бахрейнских условиях промышленная генерация может оказываться более гибким инструментом наращивания мощности, а значительная часть перехода — де-факто определяться решениями промышленности.

Гипотезу о том, что задержки в возобновляемом сегменте связаны именно с организацией закупок, косвенно поддерживает — но не доказывает — сравнение с газовой генерацией. Тем же тендерным механизмом и с участием того же ведущего подрядчика Бахрейн реализовал крупный проект: станция Ад-Дур-2 мощностью 1500 МВт была законтрактована консорциумом ACWA Power, Mitsui и AlMoayyed, строительство велось с 2019 г. и завершилось вводом в коммерческую эксплуатацию в июне 2022 г. [19]. Это показывает общую дееспособность закупочной системы королевства применительно к крупной инфраструктуре. Однако газовый проект комбинированного цикла с опреснением и солнечный независимый производитель различаются по зрелости технологии в национальном регулировании, наличию типовой документации, роли опреснения, гарантии топлива и профилю выручки, поэтому из данного сравнения не следует строгий вывод, что солнечная задержка вызвана именно отсутствием выделенного института закупок. Функции такого института в небольшом государстве может выполнять и сама EWA; для подтверждения институциональной гипотезы необходимо показать конкретную стадию, на которой задерживаются проекты (подготовка площадки, оценка заявок, соглашение о покупке, государственная гарантия, присоединение, финансирование или экологическое разрешение), — а этих сведений в открытых источниках недостаточно. В нынешнем виде тезис остаётся обоснованным предположением.

Показательно и то, чего государство пока не сделало. Обязательный мандат на включение возобновляемых источников в проекты новых зданий заложен в Национальный план ещё в 2017 г. как одна из трёх ключевых политик [18], но обязывающей нормой так и не стал — в отличие, например, от Израиля, где аналогичное требование вступило в силу в декабре 2025 г. Ограниченный отклик самих домохозяйств — около 70 жилых установок — во многом объясняется структурой тарифа. Согласно данным, представленным министром электро- и водоснабжения парламенту в марте 2026 г., фактическая себестоимость киловатт-часа составляет 33,1 филса, тогда как гражданин на первой тарифной ступени платит 3 филса — менее десятой части реальной стоимости [20]. При столь глубоко субсидированном тарифе экономический стимул устанавливать панели у домохозяйства невелик, что объясняет слабое распространение бытовой генерации точнее, чем ссылки на недостаток информации; вместе с тем полная оценка бытовой экономики требовала бы учёта тарифных ступеней, условий для разных категорий потребителей, порядка расчёта за избыток выработки и структуры собственности жилья, что выходит за рамки настоящей работы.

3. Региональная сеть и вопрос о драйвере перехода

Бахрейн не является электрически изолированной системой: с 2009 г. он подключён к объединённой сети Совета сотрудничества арабских государств Залива. При этом оператор сети — Управление объединённой энергосистемы Залива (GCC Interconnection Authority, GCCIA) — учреждён и базируется в Даммаме (Саудовская Аравия) [21], так что Бахрейн выступает участником региональной системы, а не её оператором (сн. B). Инфраструктура наращивается, в том числе конвертерная станция Аль-Фадхили и линия с Объединёнными Арабскими Эмиратами (ОАЭ) [22; 23], а в начале 2026 г. началась подача первых 500 МВт в Ирак [24]; отраслевые обозреватели называют 2026 год поворотным для региональной торговли электроэнергией [25]. Следует, однако, оговорить, что расширение отдельных участков объединённой сети не тождественно росту доступной именно Бахрейну коммерческой мощности: последняя определяется пропускной способностью его конкретного присоединения, правилами обмена и наличием свободной мощности на саудовском участке, данные о которых в открытом доступе ограничены; поэтому приводимые сведения о региональной инфраструктуре носят преимущественно контекстный характер.

Сопоставление тендерных цен обнаруживает особенность бахрейнского выбора, хотя и требует осторожной интерпретации. Заявки по проекту Билядж-эль-Джазаир составили, по оценке отраслевых источников, около 3,02 цента США за 1 кВтч (Yellow Door Energy) и около 4,10 цента (ACWA Power) (сн. C) [16]. В соседней Саудовской Аравии солнечные соглашения закрываются заметно дешевле — на уровне 1,04–1,33 цента по проектам Шуайба и Судаир [26], а пакетная сделка на 15 ГВт в июле 2025 г. дала минимальный тариф около 1,26 цента (сн. D) [27]. Из этого, однако, не следует, что импорт для Бахрейна инженерно дешевле собственного производства: саудовский тариф — это цена электроэнергии на конкретной станции в конкретном контракте, без экспортной надбавки, платы за передачу (wheeling), потерь, балансирования, резервирования мощности и гарантии поставки в нужные часы. Низкие саудовские тарифы показывают потенциальную ценовую привлекательность регионального обмена, но не являются прямой оценкой стоимости импорта для королевства. Различаются к тому же масштаб (гигаваттные саудовские проекты против стомегаваттного бахрейнского), стоимость земли, кредитный профиль покупателя и годы контрактов (сн. D).

Ключевое обстоятельство состоит в том, что обмен электроэнергией в Заливе носит преимущественно резервный характер — как взаимное страхование на случай пиков и аварий, а не коммерческая торговля с суточным ценообразованием; развитого регионального рынка электроэнергии, на который можно было бы устойчиво опереться, пока не существует [28]. Опора на собственную генерацию в этих условиях обеспечивает надёжность энергоснабжения, которую импорт при отсутствии рыночных гарантий гарантировать не может. Приоритет собственной генерации, таким образом, объясняется не только ценой, но и соображениями надёжности, и не является признаком экономической нерациональности.

Отдельного рассмотрения заслуживает вопрос о движущей силе перехода. Распространённое предположение связывает его с ресурсным истощением, однако имеющиеся данные позволяют говорить об этом лишь предположительно. Добыча газа, по данным международной статистической инициативы JODI (Joint Organisations Data Initiative), снизилась в 2025 г. примерно до 2,38 млрд куб. футов в сутки против уровня около 2,60 млрд в 2024 г. [29; 30], а глава Bapco Energies в интервью отраслевому изданию заявил, что нетрадиционная добыча компенсирует спад лишь частично и что рассматривается импорт [30]. Следует, однако, оговорить, что снижение за один год само по себе не доказывает структурного истощения: для такого вывода требовались бы динамика добычи за десятилетие и более, данные о запасах и структуре пластов и официальные прогнозы. Требует уточнения и распространённая формулировка о «единственном месторождении»: показатели добычи относятся к газодобыче страны в целом, включающей различные пласты (в том числе газ формации Хуфф) и категории газа, и их некорректно без оговорок приписывать одному объекту. Привлечение американской EOG Resources к разработке глубоких плотных пластов оформлено соглашением в феврале 2025 г. и концессией, одобренной правительством в августе того же года [31]. Плавучий терминал в Хидде, простаивавший с 2020 г., в 2025 г. начал приём сжиженного газа, объём которого составил около 640 тыс. т [32; 33].

Заключение

Бахрейнский случай ставит под сомнение привычное объяснение медленного энергоперехода только существующей нехваткой территории. Мощности, необходимые для цели 2035 г., укладываются в несколько процентов площади страны, а промышленность располагает собственными площадками и балансом; территория задаёт пространственную форму перехода — крыши, промышленные площадки, земли двойного использования, — но не объясняет его темпа. Вероятнее всего, это вызвано англо-саксонским влиянием и жесткой ориентацией на американский флот США и сеть хранилищ ТЭК международных ТНК в водной акватории Бахрейна и на его береговой линии.

Главный вопрос остаётся открытым: на какой именно стадии — подготовка площадки, оценка заявок, соглашение о покупке, присоединение, финансирование — задерживают реализацию бахрейнских проектов и что в действительности движет заявленным властями энергопереходом: сокращение доступности дешёвого газа, фискальное давление или внешние требования к декарбонизации. Имеющиеся открытые данные позволяют зафиксировать различие темпов между каналами развёртывания, но не локализовать его причину, причем в сторону дивидендов для самого королевства Бахрейн. Ответ дадут ближайшие события — присуждение контракта и ход проекта Билядж-эль-Джазаир, судьба комплекса Foulath, первые долгосрочные контракты на поставку сжиженного газа и результаты разведки EOG Resources, а также сроки окончания военного противостояния с Ираном и секьюризация рисков дальнейшей эксплуатации ГЦСС в обеспечении требуемого безопасного уровня товарообмена между странами региона и возобновлением международного логистического траффика в ТЭК.

Литература

1. Электроэнергетика Бахрейна: ответ Управления электро- и водоснабжения на парламентский запрос [на араб. яз.] // Al-Bilad. Февраль 2026. URL: https://www.albiladpress.com/news/2026/6402/bahrain/994115.html (дата обращения: 15.07.2026).

2. The Kingdom of Bahrain National Renewable Energy Action Plan. Sustainable Energy Unit / UNDP, 2017. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/seu_nreap_report_2017.pdf (дата обращения: 15.07.2026).

3. Bahrain Energy Information // Enerdata. URL: https://www.enerdata.net/estore/energy-market/bahrain/ (дата обращения: 15.07.2026).

4. IRENA Renewable Capacity Statistics (цит. по: pv magazine, 03.11.2025). URL: https://www.pv-magazine.com/2025/11/03/bahrain-to-host-worlds-largest-single-site-rooftop-solar-power-plant/ (дата обращения: 15.07.2026).

5. Bahrain — Country Commercial Guide: Renewable Energy // U.S. International Trade Administration. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-renewable-energy-0 (дата обращения: 15.07.2026).

6. Vasilikos N. et al. Tilted Global Solar Irradiance in Bahrain: An Experimental Study // Clean Energy (Oxford University Press). 2024. Vol. 8, No. 2. P. 27–34. URL: https://academic.oup.com/ce/article/8/2/27/7617401 (дата обращения: 15.07.2026).

7. Alnaser N.W. et al. Evaluating Solar and Wind Electricity Production in the Kingdom of Bahrain to Combat Climate Change // Frontiers in Built Environment. 2023. Vol. 9. URL: https://www.frontiersin.org/journals/built-environment/articles/10.3389/fbuil.2023.1210324/full (дата обращения: 15.07.2026).

8. Bahrain's Land Area Expands to 787.79 km², Official Survey Reveals (по данным Survey and Land Registration Bureau) // The Daily Tribune. 09.11.2025. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/121600.html (дата обращения: 15.07.2026).

9. ACWA Wins Bahrain's 100 MW PV Tender with Bid of $0.039/kWh // pv magazine. 25.02.2019. URL: https://www.pv-magazine.com/2019/02/25/acwa-wins-bahrains-100-mw-pv-tender-with-bid-of-0-039-kwh/ (дата обращения: 15.07.2026).

10. Bahrain's Electricity and Water Authority Tenders Landfill Remediation Project in Preparation for a 100 MW Solar Farm // pv magazine. 13.10.2022. URL: https://www.pv-magazine.com/press-releases/bahrains-electricity-and-water-authority-tenders-landfill-remediation-project-in-preparation-for-a-100-mw-solar-farm/ (дата обращения: 15.07.2026).

11. Plan for 100 MW Solar Plant at Askar Landfill Gathers Pace // The Daily Tribune. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/93044.html (дата обращения: 15.07.2026).

12. Bahrain Launches International Tender for Bilaj Al Jazayer Solar IPP // Zawya. 13.03.2026. URL: https://www.zawya.com/en/projects/utilities/bahrain-launches-international-tender-for-bilaj-al-jazayer-solar-ipp-po2jylxn (дата обращения: 15.07.2026).

13. Bahrain Reveals Qualified Bidders for 100 MW BAJ Solar IPP Project // pv magazine. 13.03.2026. URL: https://www.pv-

magazine.com/2026/03/13/bahrain-reveals-qualified-bidders-for-100-mw-baj-solar-ipp-project/ (дата обращения: 15.07.2026).

14. Bahrain Sets New Global Benchmark with the World's Largest Rooftop Solar Power Plant. Пресс-релиз Foulath Holding. 02.11.2025. URL: https://foulath.com/bahrain-sets-new-global-benchmark-with-the-worlds-largest-rooftop-solar-power-plant (дата обращения: 15.07.2026).

15. Bahrain to Host World's Largest Single-Site Rooftop Solar Power Plant // pv magazine. 03.11.2025. URL: https://www.pv-magazine.com/2025/11/03/bahrain-to-host-worlds-largest-single-site-rooftop-solar-power-plant/ (дата обращения: 15.07.2026).

16. Bahrain's EWA Receives Two Bids for 100 MW BAJ Solar IPP // Zawya / Reuters. 22.06.2026. URL: https://www.tradingview.com/news/reuters.com,2026-06-22:newsml_Zaw4f8s8:0-zawya-bahrain-s-ewa-receives-two-bids-for-100-mw-baj-solar-ipp/ (дата обращения: 15.07.2026).

17. Aluminium Bahrain (ALBA) Power Station // Global Energy Monitor. URL: https://www.gem.wiki/Aluminium_Bahrain_(ALBA)_power_station (дата обращения: 15.07.2026).

18. Bahrain — Renewable Energy // U.S. International Trade Administration. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-renewable-energy-0 (дата обращения: 15.07.2026).

19. Al Dur II IWPP, Bahrain (Power Plant Profile) // Power Technology / GlobalData. 30.07.2023. URL: https://www.power-technology.com/data-insights/power-plant-profile-al-dur-ii-iwpp-bahrain/ (дата обращения: 15.07.2026).

20. State Support for Power Consumers Spotlighted (ответ министра электро- и водоснабжения парламенту) // Gulf Daily News. 29.03.2026. URL: https://www.gdnonline.com/Details/1379811 (дата обращения: 15.07.2026).

21. Introduction / Our Story // GCC Interconnection Authority (GCCIA). URL: https://gccia.com.sa/about-us/aboutus/ (дата обращения: 15.07.2026).

22. Hitachi Energy and GCCIA Sign Contract to Upgrade HVDC Transmission System. Пресс-релиз Hitachi Energy, 2023. URL: https://www.hitachienergy.com/news-and-events/press-releases/2023/03/hitachi-energy-and-gulf-cooperation-council-interconnection-authority-gccia-sign-contract-to-upgrade-high-voltage-direct-current-transmission-system (дата обращения: 15.07.2026).

23. Our Plans // GCC Interconnection Authority (GCCIA). URL: https://gccia.com.sa/gccia-grid/our-plans/ (дата обращения: 15.07.2026).

24. GCC-Iraq Power Link to Be Operational by Next Year // AGBI. 15.12.2025. URL: https://www.agbi.com/energy/2025/12/gcc-and-iraq-power-link-to-be-operational-by-next-year/ (дата обращения: 15.07.2026).

25. Gulf Connections: The Era of Electricity Begins? // MEES. 02.01.2026. URL: https://www.mees.com/2026/1/2/power-water/gulf-connections-the-era-of-electricity-begins/b998e5e0-e7dd-11f0-a63e-f11e93437647 (дата обращения: 15.07.2026).

26. Saudi Arabia Achieves Two New World Record Solar Tariffs // Energy & Utilities. 10.04.2021. URL: https://energy-utilities.com/saudi-arabia-achieves-two-new-world-record-solar-news111675.html (дата обращения: 15.07.2026).

27. SPPC Signs 15 GW Renewable Energy Contracts in Saudi Arabia // TaiyangNews. 14.07.2025. URL: https://taiyangnews.info/business/sppc-signs-15-gw-renewable-energy-contracts (дата обращения: 15.07.2026).

28. Cross-Border Electricity Trading in the GCC Countries, Egypt, Jordan and Iraq // Energy (Elsevier). 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544225019620 (дата обращения: 15.07.2026).

29. Bahrain to Tackle Energy Demand // MEES. 02.01.2026. URL: https://www.mees.com/2026/1/2/power-water/bahrain-to-tackle-energy-demand/e0822e70-e7dd-11f0-ad67-2b64bdd0fdb9 (дата обращения: 15.07.2026).

30. Bahrain Gas Output in Structural Decline? // MEES. 07.11.2025. URL: https://www.mees.com/2025/11/7/power-water/bahrain-gas-output-in-structural-decline/1ead94a0-bbe6-11f0-89af-79fd168d5463 (дата обращения: 15.07.2026).

31. EOG Resources Inc. Form 10-Q, Q3 2025. U.S. Securities and Exchange Commission. URL: https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/821189/000082118925000131/eog-20250930.htm (дата обращения: 15.07.2026).

32. Bahrain — Country Commercial Guide: Oil and Gas // U.S. International Trade Administration. 01.12.2025. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-oil-and-gas (дата обращения: 15.07.2026).

33. Mideast Gulf Countries Seek More Domestic Gas // Energy Intelligence. 06.01.2026. URL: https://www.energyintel.com/0000019b-8da3-de75-adbf-efe3c4590000 (дата обращения: 15.07.2026).

34. Bahrain Government Announces Electricity and Water Tariff Updates for 2026 // The Daily Tribune. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/124197.html (дата обращения: 15.07.2026).

Bahrain's Renewable Energy: Territorial and Institutional Constraints in the Face of Growing Geopolitical Challenges

Tekeyeva A.R., Kharlanov A.S.

Diplomatic Academy of MGIMO University of the Ministry of Foreign Affairs of Russia, Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article examines the development of renewable energy in the Kingdom of Bahrain, a small, densely populated island state in the Persian Gulf. It is shown that limited land area influences the spatial structure of the transition, reinforcing the role of rooftops, attics, industrial sites, and dual-use land. However, this is not the only constraint and could diversify the existing infrastructure to achieve even greater energy density. A comparison of the implementation rates of centralized, distributed, and industrial projects indicates that site readiness, tariff incentives, and procurement structures also play a significant role. The declining availability of affordable domestic gas, despite the proximity of hydrocarbon-rich states Qatar and the Kingdom of Saudi Arabia, and the gradual reduction of industrial subsidies as part of innovation incentives and the transition to a "green agenda," may strengthen economic incentives for the development of renewable generation, requiring a decisive role in this energy transition process in the region and the additional confirmation and adoption of a number of legislative acts on the expected transformation of the energy infrastructure. The question of at what stage projects are delayed and what is actually driving the shift to different raw material sources amid growing geopolitical tensions and a series of conflicts rocking the Middle East remains an open global trend. The study is based on official data and industry sources for 2025–2026.

Keywords: renewable energy, Bahrain, Persian Gulf, solar energy, captive generation, energy transition, institutional constraints, Qatar, Kingdom of Saudi Arabia.

References

1. Bahrain's Electricity and Water Authority's Response to a Parliamentary Question [in Arabic] // Al-Bilad. February 2026. URL: https://www.albiladpress.com/news/2026/6402/bahrain/994115.html (accessed on 15 July 2026).
2. The Kingdom of Bahrain National Renewable Energy Action Plan. Sustainable Energy Unit / UNDP, 2017. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/seu_nreap_report_2017.pdf (accessed on 15 July 2026).
3. Bahrain Energy Information // Enerdata. URL: https://www.enerdata.net/estore/energy-market/bahrain/ (accessed: 15 July 2026).
4. IRENA Renewable Capacity Statistics (cited in: pv magazine, 03 November 2025). URL: https://www.pv-magazine.com/2025/11/03/bahrain-to-host-worlds-largest-single-site-rooftop-solar-power-plant/ (accessed: 15 July 2026).
5. Bahrain - Country Commercial Guide: Renewable Energy // U.S. International Trade Administration. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-renewable-energy-0 (accessed 07/15/2026).
6. Vasilikos N. et al. Tilted Global Solar Irradiance in Bahrain: An Experimental Study // Clean Energy (Oxford University Press). 2024. Vol. 8, No. 2. P. 27–34. URL: https://academic.oup.com/ce/article/8/2/27/7617401 (access date: 07.15.2026).
7. Alnaser N.W. et al. Evaluating Solar and Wind Electricity Production in the Kingdom of Bahrain to Combat Climate Change // Frontiers in Built Environment. 2023. Vol. 9. URL: https://www.frontiersin.org/journals/built-environment/articles/10.3389/fbuil.2023.1210324/full (access date: 07/15/2026).
8. Bahrain's Land Area Expands to 787.79 km², Official Survey Reveals (according to the Survey and Land Registration Bureau) // The Daily Tribune. 09.11.2025. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/121600.html (access date: 07/15/2026).
9. ACWA Wins Bahrain's 100 MW PV Tender with Bid of $0.039/kWh // pv magazine. 02/25/2019. URL: https://www.pv-magazine.com/2019/02/25/acwa-wins-bahrains-100-mw-pv-tender-with-bid-of-0-039-kwh/ (access date: 07/15/2026).
10. Bahrain's Electricity and Water Authority Tenders Landfill Remediation Project in Preparation for a 100 MW Solar Farm // pv magazine. 10/13/2022. URL: https://www.pv-magazine.com/press-releases/bahrains-electricity-and-water-authority-tenders-landfill-remediation-project-in-preparation-for-a-100-mw-solar-farm/ (access date: 07/15/2026).
11. Plan for 100 MW Solar Plant at Askar Landfill Gathers Pace // The Daily Tribune. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/93044.html (access date: 07/15/2026).
12. Bahrain Launches International Tender for Bilaj Al Jazayer Solar IPP // Zawya. 03/13/2026. URL: https://www.zawya.com/en/projects/utilities/bahrain-launches-international-tender-for-bilaj-al-jazayer-solar-ipp-po2jylxn (accessed: 15.07.2026).
13. Bahrain Reveals Qualified Bidders for 100 MW BAJ Solar IPP Project // pv magazine. 13.03.2026. URL: https://www.pv-magazine.com/2026/03/13/bahrain-reveals-qualified-bidders-for-100-mw-baj-solar-ipp-project/ (accessed: 15.07.2026).
14. Bahrain Sets New Global Benchmark with the World's Largest Rooftop Solar Power Plant. Foulath Holding press release. 02.11.2025. URL: https://foulath.com/bahrain-sets-new-global-benchmark-with-the-worlds-largest-rooftop-solar-power-plant (date of access: 15.07.2026).
15. Bahrain to Host World's Largest Single-Site Rooftop Solar Power Plant // pv magazine. 03.11.2025. URL: https://www.pv-magazine.com/2025/11/03/bahrain-to-host-worlds-largest-single-site-rooftop-solar-power-plant/ (date of access: 15.07.2026).
16. Bahrain's EWA Receives Two Bids for 100 MW BAJ Solar IPP // Zawya / Reuters. June 22, 2026. URL: https://www.tradingview.com/news/reuters.com,2026-06-22:newsml_Zaw4f8s8:0-zawya-bahrain-s-ewa-receives-two-bids-for-100-mw-baj-solar-ipp/ (accessed July 15, 2026).
17. Aluminum Bahrain (ALBA) Power Station // Global Energy Monitor. URL: https://www.gem.wiki/Aluminium_Bahrain_(ALBA)_power_station (accessed July 15, 2026).

18. Bahrain — Renewable Energy // U.S. International Trade Administration. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-renewable-energy-0 (accessed on July 15, 2026).
19. Al Dur II IWPP, Bahrain (Power Plant Profile) // Power Technology / GlobalData. July 30, 2023. URL: https://www.power-technology.com/data-insights/power-plant-profile-al-dur-ii-iwpp-bahrain/ (accessed on July 15, 2026).
20. State Support for Power Consumers Spotlighted (response of the Minister of Electricity and Water to Parliament) // Gulf Daily News. March 29, 2026. URL: https://www.gdnonline.com/Details/1379811 (accessed on July 15, 2026).
21. Introduction / Our Story // GCC Interconnection Authority (GCCIA). URL: https://gccia.com.sa/about-us/aboutus/ (date accessed: 15.07.2026).
22. Hitachi Energy and GCCIA Sign Contract to Upgrade HVDC Transmission System. Hitachi Energy press release, 2023. URL: https://www.hitachienergy.com/news-and-events/press-releases/2023/03/hitachi-energy-and-gulf-cooperation-council-interconnection-authority-gccia-sign-contract-to-upgrade-high-voltage-direct-current-transmission-system (date accessed: 15.07.2026).
23. Our Plans // GCC Interconnection Authority (GCCIA). URL: https://gccia.com.sa/gccia-grid/our-plans/ (accessed: 15 July 2026).
24. GCC-Iraq Power Link to Be Operational by Next Year // AGBI. 15 December 2025. URL: https://www.agbi.com/energy/2025/12/gcc-and-iraq-power-link-to-be-operational-by-next-year/ (accessed: 15 July 2026).
25. Gulf Connections: The Era of Electricity Begins? // MEES. 02 January 2026. URL: https://www.mees.com/2026/1/2/power-water/gulf-connections-the-era-of-electricity-begins/b998e5e0-e7dd-11f0-a63e-f11e93437647 (accessed on July 15, 2026).
26. Saudi Arabia Achieves Two New World Record Solar Tariffs // Energy & Utilities. April 10, 2021. URL: https://energy-utilities.com/saudi-arabia-achieves-two-new-world-record-solar-news111675.html (accessed on July 15, 2026).
27. SPPC Signs 15 GW Renewable Energy Contracts in Saudi Arabia // Tai-yangNews. July 14, 2025. URL: https://taiyangnews.info/business/sppc-signs-15-gw-renewable-energy-contracts (accessed: 15.07.2026).
28. Cross-Border Electricity Trading in the GCC Countries, Egypt, Jordan and Iraq // Energy (Elsevier). 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544225019620 (accessed: 15.07.2026).
29. Bahrain to Tackle Energy Demand // MEES. 02.01.2026. URL: https://www.mees.com/2026/1/2/power-water/bahrain-to-tackle-energy-demand/e0822e70-e7dd-11f0-ad67-2b64bdd0fdb9 (accessed: 15.07.2026).
30. Bahrain Gas Output in Structural Decline? // MEES. 07.11.2025. URL: https://www.mees.com/2025/11/7/power-water/bahrain-gas-output-in-structural-decline/1ead94a0-bbe6-11f0-89af-79fd168d5463 (access date: 07/15/2026).
31. EOG Resources Inc. Form 10-Q, Q3 2025. U.S. Securities and Exchange Commission. URL: https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/821189/000082118925000131/eog-20250930.htm (accessed 07/15/2026).
32. Bahrain - Country Commercial Guide: Oil and Gas // U.S. International Trade Administration. 12/01/2025. URL: https://www.trade.gov/country-commercial-guides/bahrain-oil-and-gas (accessed on July 15, 2026).
33. Mideast Gulf Countries Seek More Domestic Gas // Energy Intelligence. January 6, 2026. URL: https://www.energyintel.com/0000019b-8da3-de75-adbf-efe3c4590000 (accessed on July 15, 2026).
34. Bahrain Government Announces Electricity and Water Tariff Updates for 2026 // The Daily Tribune. URL: https://www.newsofbahrain.com/bahrain/124197.html (accessed on July 15, 2026).

Перспективы энергетического сотрудничества РФ и стран Юго-Восточной Азии

Студеникина Людмила Алексеевна
к.э.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, studenikina.l@gubkin.ru,

Ходжаян Эрик Араевич
студент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, ruslanbitva57@gmail.com

Статья посвящена анализу текущего состояния и перспектив развития энергетического сотрудничества между Россией и странами Юго-Восточной Азии (ЮВА) в условиях урбанизации и растущего спроса на ресурсы. Цель работы – выявить ключевые направления, возможности и ограничения развития российско-юго-восточноазиатского энергетического взаимодействия. На основе статистики, отраслевых отчетов и сценарного моделирования показан рост поставок российской нефти и угля после 2022 года, а также возможности перехода к долгосрочным инвестиционным проектам в разведке, добычи и строительстве инфраструктуры. При сохраняющемся доминировании ископаемого топлива страны ЮВА обладают потенциалом для возобновляемой энергетики и диверсификации баланса. Энергетическое взаимодействие приобретает стратегический характер, и Россия способна занять в регионе позицию не только поставщика сырья, но и технологического партнера.
Ключевые слова: ЮВА, энергетический переход, Россия, энергопотребление, энергобаланс, СПГ, урбанизация, экспорт, нефть.

Страны Юго-Восточной Азии уже не первый год демонстрируют один из самых высоких темпов экономического роста в мире. Причем динамика эта такова, что привычные темпы в 4-5% ВВП уже воспринимаются региональными правительствами не как достижение, а как зона турбулентности, от которой хочется поскорее перейти к 7-8%. На самом деле за этими цифрами стоит картина, где десятки миллионов людей, которые буквально несколько лет назад пользовались керосиновыми лампами, сегодня подключаются к региональным энергосетям, покупают все больше кондиционеров и средств передвижения – традиционных для Азии мопедов. Этот колоссальный социальный сдвиг требует огромного количества энергии, который ранее для региона казался невероятным, а сегодня является реальностью.

О странах ЮВА принято говорить как о едином блоке и этому поспособствовало создание АСЕАН, довольно похожие рынки и интеграционные проекты. Однако это лишь иллюзия однообразия, которого на самом деле не существует. Индустриализированный Сингапур, который потребляет энергию на уровне развитых европейских государств, совсем не похож на аграрный Лаос, где высокая доля домохозяйств еще использует биомассу для приготовления пищи.

Хотя и нельзя сказать, что общих черт у них нет совсем. Например, объединяет страны рост демографии. Регион перешагнул отметку в 700 млн человек [5], а молодое население означает стремительное расширение среднего класса. По оценкам экспертов, к 2030 году потребители, с доходами, достаточными для покрытия комфортной жизни, может превысить 350 млн. Каждая новая купленная в Ханое, Джакарте или Бангкоке квартира означает потребность в освещении и электронике. А спрос на охлаждение существенно растет в условиях тропического климата в сочетании с волнами экстремальной жары, поскольку становится базовой необходимостью.

Вместе с тем увеличивается и доля городского населения, которая в регионе уже находится на уровне 50%, а город требует принципиально иного качества и количества энергии по сравнению с сельской местностью [9]. Сюда же относится и рост индустриализации, поскольку помимо собственного развития, регион участвует в стратегии Китая «Китая плюс один» и принимает производственные мощности от него. Если раньше страны ЮВА были экспортерами энергоресурсов, то сейчас стремительно становятся их импортерами.

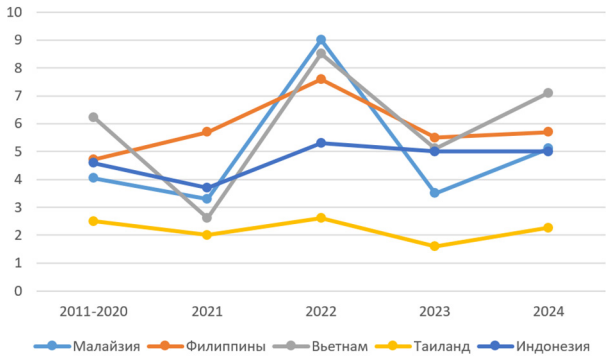


Рисунок 1 – Среднегодовые темпы роста ВВП (%)
Источник: составлено автором на основе: [11]

Рост потребности в энергии связан еще и с существенной проблемой – географией. Ведущие экономики региона – Индонезия, Филиппины и частично Малайзия– все это архипелажные государства, и единой энергосистемы у них не существует в принципе. Тысячи островов, а, к примеру, у Филиппин их 7641, означают множество изолированных энергозон. Фундаментом многих из них становятся дорогостоящие дизельные генераторы, но это гораздо выше агломераций. Значит, здесь остро стоит необходимость создания инфраструктуры – строительство терминалов для приема топлива и прокладка кабельных сетей через проливы или джунгли.

Иными словами, регион находится в стадии энергодефицита, решить который можно только путем структурных изменений. Россия, которая располагает значительными запасами углеводородов и довольно развитыми технологиями в энергетической сфере объективно выглядит перспективным союзником. Причем речь идет уже не только о торговле

сырьем, но и о более глубоком технологическом и инвестиционном взаимодействии. Но вот вопрос, насколько вообще реалистичны такие предположения о сотрудничестве и какие направления выглядят наиболее многообещающими в нынешних реалиях.

После 2022 года российские поставки нефти и нефтепродуктов в страны ЮВА заметно активизировались [10]. В 2025-2026 годах этот тренд только усилился. Малайзия через государственную компанию Petronas ведет переговоры о долгосрочных контрактах. Вьетнам со Шри-Ланкой также пока ведут переговоры [3]. Индонезия, через Petramina, уже готовится принимать первые регулярные партии российской нефти, и до конца 2026 года ожидается приобретение 150 млн баррелей [2]. Филиппины уже получили несколько танкеров и теперь активно обсуждают дополнительные объемы и возможности расширения сотрудничества.

Интересно, что растет не только импорт сырой нефти. Поставки угля в отдельные периоды показывали прирост до 50%. Вьетнам, к примеру, увеличил закупки российского угля до 1,28 млн тонн [1]. Причем, тут важно отметить, что самый заметный скачок спроса произошел именно на российском направлении. Хотя все еще рост этих поставок – не стратегическое достижение, а лишь тактическая попытка выиграть в борьбе за долю на рынке. Формирование долгосрочной зависимости партнеров строится не только благодаря поставкам сырья, но и за счет технологических и системных решений. Последнее пока принадлежит другим странам: на вьетнамском рынке – это Индонезия и Австралия. Филиппины также закупают российский уголь, поскольку это один из немногих регионов с растущей угольной генерацией, однако позволить увеличение закупок пока вряд-ли смогут.

Газовая составляющая пока значительно уступает нефтяной и угольной по объемам, но при этом транслирует положительную динамику. Совсем недавно «Новатэк» заключил предварительное соглашение о поставках около миллиона тонн СПГ во Вьетнам уже в 2026 г. [6]. Кроме того, российские компании изучают возможность участия в строительстве СПГ-терминалов и прочей инфраструктуры, работающей на газе. Вьетнам здесь также остается приоритетным направлением, ведь помимо обыкновенных поставок, активно обсуждаются инвестиции в строительство мощностей. Тут же можно отметить и Филиппины, для которых СПГ важен как ресурс удовлетворения спроса в электроэнергии, растущего благодаря урбанизации, так и может рассматриваться как база для возобновляемых источников энергии. Что важно, им тоже требуется необходимая инфраструктура, и это хорошая возможность РФ закрепиться на этом рынке.

Особое место в возможном сотрудничестве отдано атомной энергетике. Государственная корпорация «Росатом» последовательно продвигает свои технологии в регионе и интерес к ним со стороны стран ЮВА постепенно растет. Объемы экспорта российских атомных продуктов и технологий увеличились на 20%, и тут играет на руку еще и то, что санкции западных стран практически не затронули сферу атомной энергетики.

Во Вьетнаме, например, после определенного перерыва вновь ведутся работы над проектом первой атомной электростанции «Ниньтхуан-1» [7]. Согласно плану, будут возведены два энергоблока, суммарная мощность которых составит около 2400 МВт с ориентировочным вводом в эксплуатацию к 2035 году [8]. Несмотря на то, что ранее переговоры уже велись по-поводу строительства другой АЭС и проект нереализовался, сейчас появилась реальная возможность продолжить его до конца.

Россия и Лаос также приступили к работе над межправительственным соглашением по мирному атому. Такое сотрудничество позволяет «Росатому» расширить возможности для экспорта технологий в другие страны и укрепить международные позиции. А Лаос же, в свою очередь, получает доступ к чистой энергии, которая нужна для развития различных сфер экономики. Не стоит в стороне и Индонезия, где в ближайшее время ожидается утверждение создания специальной структуры по реализации программы атомной энергетики, а переговоры проходят по-поводу передачи технологий через «Росатом». Обсуждения ведутся и по другим форматам – от малых модульных реакторов до плавучих АЭС, и последние особенно актуальны для Филиппин с их многочисленными островными территориями.

Россия готова помочь и Малайзии в решении проблемы нехватки ресурсов с помощью атомных станций [4]. Самый лучший вариант партнерства – это возведение АЭС небольшой и средней мощности. Существует также вариант предоставления плавучей АЭС, которая смогла бы стать началом в развитии этого вида энергии в стране.

Обсуждая ядерную сферу, стоит подчеркнуть, что российское предложение – это не просто поставка оборудования или ресурсов. Речь здесь идет о комплексном подходе: проектирование, строительство, подготовка кадров, техническое обслуживание и последующее топливное обеспечение. Для стран региона, которые пытаются обеспечить себе стабильную базовую генерацию, такой «пакет услуг» выглядит очень даже привлекательным. Конечно, атомные проекты капиталоемкие и требуют значительных временных затрат, однако они закладывают основу для действительно долгосрочного и, что самое главное, стратегического партнерства.

Ну и, конечно, сегодня любое обсуждение энергетики ЮВА невозможно без, так называемой, «зеленой» повестки. Страны региона принимают весьма амбициозные цели по развитию солнечной, ветровой и гидрогенерации. Вот только на практике они сталкиваются с хорошо известной проблемой – нестабильностью генерации ВИЭ и необходимостью балансирующих мощностей.

В этом контексте Россия тоже может многое предложить, поскольку у страны имеется богатый опыт строительства крупных гидроэнергетических объектов, компетенции в области систем хранения энергии и, что немаловажно, технологии малых атомных реакторов, способных выполнять роль стабилизатора энергосистемы. Это было бы важно для многих стран региона, поскольку сгладило бы проблемы островных государств с доступом к энергии.

Энергетическое взаимодействие России и странами Юго-Восточной Азии находится в точке, где вызванная определенной волной событий торговля способна перерасти в долговременное партнерство. Региону объективно нужна диверсификация источников энергии, поскольку зависимость от одного-двух поставщиков в эпоху турбулентности и вызовов – это совсем не коррелирует с политикой энергетической безопасности. Более того, регион переживает период форсированного роста, который связан с расширением потребности в энергоресурсах. Формируется спрос, который казался невозможным для ЮВА еще 15 лет назад. Именно здесь российские нефть, уголь и СПГ находят платежеспособный и растущий рынок.

Потенциальная выгода заключается еще и в необходимости технологического обеспечения базовой генерации. Государствам нужна стабильная круглосуточная мощность, которую ВИЭ, без систем их балансирующих, не предоставляют. Поддерживать альтернативные источники может СПГ, но и здесь требуется необходимая инфраструктура, которой у большинства в регионе попросту нет. Так как заводы и прочие мощности предназначены для конкретного вида СПГ, для России это отличный шанс закрепиться в ЮВА, ведь статус поставщика сменится на технологического партнера, участвующего в совместных проектах. Для российской экономики такое смещение акцента означает наращивание доли инжиниринговых услуг и высокотехнологичного экспорта.

Выгоды очевидны, но не стоит забывать и об ограничениях, которые довольно существенны. Это и инвестиционная ёмкость мегапроектов, которая исчисляется миллиардами долларов, тогда как бюджеты многих стран региона испытывают серьезную нагрузку от уже имеющихся обязательств, и конкурентная среда, и санкционное давление и связанные с ним усложнения финансовых расчетов.

Масштаб спроса в Юго-Восточной Азии настолько большой, что может вместить нескольких поставщиков. Поэтому задача для России состоит не в том, чтобы вытеснить конкурентов всеми способами, а в том, чтобы войти в доверие и стать тем самым надежным партнером, который так нужен азиатским странам. Путь этот капиталоемкий и длительный, однако именно он ведет к формированию стратегических связей, в котором Россия перестает быть переменным союзником, определяемым лишь текущей ценой барреля, и становится элементом долгосрочного энергетического планирования.

Литература

1. Вьетнам увеличил закупки российского угля до 1,28 млн тонн // Коммерсантъ. 2026. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8535927 (Дата обращения: 08.05.2026)

2. Индонезия рассчитывает закупить 150 млн баррелей российской нефти до конца 2026 года // РИА Новости. 2026. 2 мая. URL: https://ria.ru/20260502/indonezija-2090195996.html (Дата обращения: 08.05.2026)

3. Ишбульдин А. Россия и Вьетнам обсудили долгосрочные контракты на поставку энергоносителей // Газета.ru. 2026. 1 апр. URL: https://www.gazeta.ru/politics/2026/04/01/22725313.shtml (Дата обращения: 08.05.2026)

4. Красовская Е. Россия предлагает Малайзии энергию и технологии // Oilcapital.ru. 2026. 29 апр. URL: https://oilcapital.ru/news/2026-04-29/rossiya-predlagaet-malayzii-energiyu-i-tehnologii-5589303 (Дата обращения: 08.05.2026).

5. Круглова М.С. От демографического дивиденда к демографическому бремени: структурная трансформация экономической модели

Вьетнама как условие устойчивого развития // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития, 2025, Том 3, №3 (68). С. 236-249.

6. НОВАТЭК обсуждает поставки СПГ частным компаниям Вьетнама // Коммерсантъ. 2026. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8535927 (Дата обращения: 08.05.2026)

7. Россия и Вьетнам подписали соглашение о строительстве // Элек.ру. 2026. 24 марта. URL: https://www.elec.ru/news/2026/03/24/rossija-i-vetnam-podpisali-soglashenie-o-stroitels.html (Дата обращения: 08.05.2026)

8. Россия и Вьетнам подписали соглашение о строительстве АЭС в 2,4 тыс. МВт // Известия. 2026. 23 марта. URL: https://iz.ru/2064665/2026-03-23/rf-i-vetnam-podpisali-soglashenie-o-stroitelstve-rosatomom-aes-v-24-tys-mvt (Дата обращения: 08.05.2026).

9. Asian Development Outlook. December 2025 // Asian Development Bank: site. URL: https://www.adb.org/outlook/editions/december-2025#subregion (Дата обращения: 08.05.2026)

10. Bloomberg: азиатские компании остались без выбора и перешли на российскую нефть // Известия. 2026. 1 апр. URL: https://iz.ru/2070391/2026-04-01/bloomberg-aziatskie-kompanii-ostalis-bez-vybora-i-pereshli-na-rossiiskuiu-neft (Дата обращения: 08.05.2026)

11. GDP growth (annual %) – East Asia & Pacific // The World Bank Data. URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG (Дата обращения: 08.05.2026).

Prospects for energy cooperation between the Russian Federation and Southeast Asian countries

Studenikina Ly.A., Khodzhayan E.A.
Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the current state and prospects of energy cooperation between Russia and Southeast Asian (SEA) countries against the backdrop of urbanization and increasing resource demand. The study aims to identify the key areas, opportunities, and constraints of Russia–Southeast Asia energy interaction. Drawing on statistical data, industry reports, and scenario modeling, it demonstrates the growth in Russian oil and coal supplies after 2022 and the potential for transitioning to long-term investment projects in exploration, production, and infrastructure construction. Despite the continued dominance of fossil fuels, SEA countries possess considerable potential for renewable energy development and energy mix diversification. Energy interaction is acquiring a strategic nature, and Russia is capable of securing a position in the region not only as a raw material supplier but also as a technology partner.

Keywords: Southeast Asia, energy transition, Russia, energy consumption, energy balance, LNG, urbanization, export, oil.

References

1. Vietnam Increases Russian Coal Purchases to 1.28 Million Tons // Kommersant. 2026. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8535927 (Accessed: 08.05.2026)
2. Indonesia Expects to Purchase 150 Million Barrels of Russian Oil by the End of 2026 // RIA Novosti. 2026. May 2. URL: https://ria.ru/20260502/indonezija-2090195996.html (Accessed: 08.05.2026)
3. Ishbuldin A. Russia and Vietnam Discussed Long-Term Energy Supply Contracts // Gazeta.ru. 2026. April 1. URL: https://www.gazeta.ru/politics/2026/04/01/22725313.shtml (Accessed: 08.05.2026)
4. Krasovskaya E. Russia offers Malaysia energy and technology // Oilcapital.ru. 2026. April 29. URL: https://oilcapital.ru/news/2026-04-29/rossiya-predlagaet-malayzii-energiyu-i-tehnologii-5589303 (Accessed: 08.05.2026).
5. Kruglova M.S. From demographic dividend to demographic burden: structural transformation of Vietnam's economic model as a condition for sustainable development // Southeast Asia: current development issues, 2025, Vol. 3, No. 3 (68). Pp. 236-249.
6. NOVATEK discusses LNG supplies to private Vietnamese companies // Kommersant. 2026. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8535927 (Accessed: 08.05.2026)
7. Russia and Vietnam signed an agreement on construction // Elek.ru. 2026. March 24. URL: https://www.elec.ru/news/2026/03/24/rossija-i-vetnam-podpisali-soglashenie-o-stroitels.html (Accessed: 08.05.2026)
8. Russia and Vietnam signed an agreement on the construction of a 2.4 thousand MW nuclear power plant // Izvestia. 2026. March 23. URL: https://iz.ru/2064665/2026-03-23/rf-i-vetnam-podpisali-soglashenie-o-stroitelstve-rosatomom-aes-v-24-tys-mvt (Accessed: 08.05.2026).
9. Asian Development Outlook. December 2025 // Asian Development Bank: site. URL: https://www.adb.org/outlook/editions/december-2025#subregion (Accessed: 08.05.2026)
10. Bloomberg: Asian companies left with no choice and switched to Russian oil // Izvestia. 2026. April 1. URL: https://iz.ru/2070391/2026-04-01/bloomberg-aziatskie-kompanii-ostalis-bez-vybora-i-pereshli-na-rossiiskuiu-neft (Accessed: 08.05.2026)
11. GDP growth (annual %) – East Asia & Pacific // The World Bank Data. URL: https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG (Accessed: 08.05.2026).

Водно-энергетический кластер Центральной Азии как механизм согласования экономических интересов стран региона

Студеникина Людмила Алексеевна
к.э.н., доцент, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, studenikina.l@gubkin.ru,

Эргашев Шохруххон Хусанжонович
студент, факультет международного энергетического бизнеса, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, направление подготовки 38.03.02 «Менеджмент», программа «Международный менеджмент», ergashev2050@mail.ru

В статье рассматривается возможность формирования водно-энергетического кластера Центральной Азии как практического механизма согласования экономических интересов стран региона. Актуальность темы связана с тем, что после распада СССР водная, энергетическая и ирригационная инфраструктура сохранила высокую взаимосвязанность, однако управление ресурсами, энергетикой и инвестициями стало преимущественно национальным. На основе сопоставления водных и энергетических профилей Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана показано, что кооперация не может строиться по единой схеме для всех участников. Автор предлагает рассматривать водно-энергетический кластер не как новый наднациональный орган и не как отдельный инфраструктурный проект, а как поэтапную модель координации воды, электроэнергии, инфраструктуры, инвестиций, цифрового учёта и компенсационных механизмов.

Ключевые слова: Центральная Азия, водно-энергетический кластер, водно-энергетическая кооперация, гидроэнергетика, ирригация, энергетическая безопасность, трансграничные водные ресурсы, инвестиции, цифровой мониторинг, компенсационные механизмы.

Центральная Азия относится к тем регионам, где вода и энергетика фактически образуют единую систему, хотя формально относятся к разным отраслям. Вода здесь определяет возможности ирригации, сельского хозяйства, продовольственной устойчивости и гидроэнергетики. Энергетика, в свою очередь, влияет на промышленное развитие, работу инфраструктуры, стоимость производства, инвестиционную привлекательность и общую устойчивость национальных экономик. Поэтому водно-энергетическая кооперация Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Туркменистана и Узбекистана не может рассматриваться только как вопрос распределения речного стока или строительства отдельных энергетических объектов. По существу, речь идёт о согласовании разных экономических интересов, которые сложились в одном взаимосвязанном природно-инфраструктурном пространстве.

Особенность региона заключается в том, что водные ресурсы, энергетические мощности, сельскохозяйственные зоны и промышленные центры распределены неравномерно. Кыргызстан и Таджикистан находятся в зоне формирования значительной части стока трансграничных рек и обладают высоким гидроэнергетическим потенциалом. Для этих стран вода связана прежде всего с работой ГЭС, водохранилищ, регулированием стока и покрытием зимнего спроса на электроэнергию. Узбекистан, Туркменистан и южные районы Казахстана зависят от воды иначе: для них особенно важны летние водные попуски, ирригация, сельское хозяйство, занятость и продовольственная устойчивость [1; 2; 7].

В советский период это противоречие не исчезало полностью, но сглаживалось за счёт единого хозяйственного комплекса. Режимы водохранилищ, гидроэнергетика, ирригация, энергосистема и поставки топлива рассматривались как элементы общей плановой модели. После распада СССР страны региона получили национальный контроль над водой, энергетикой, инфраструктурой и инвестиционными решениями. При этом сама физическая взаимосвязь системы никуда не исчезла: реки, водохранилища, ГЭС, каналы и линии электропередачи продолжили влиять на экономические условия сразу нескольких государств. В результате возник разрыв между общей инфраструктурной природой водно-энергетической системы и национальной логикой управления [1; 5].

В научной литературе водно-энергетическая проблематика Центральной Азии изучается достаточно широко. Рассматриваются вопросы трансграничного водопользования, гидроэнергетики, ирригации, водно-энергетико-продовольственной взаимосвязи, региональной безопасности и крупных инфраструктурных проектов. Однако в этих исследованиях не всегда достаточно подробно раскрывается связь между экономическими моделями стран, сезонной асимметрией интересов, инвестиционными ограничениями, цифровым учётом и возможными компенсационными механизмами. Между тем именно эта связь позволяет понять, почему отдельные ГЭС, линии электропередачи или соглашения не решают проблему сами по себе и почему региону требуется более комплексная модель координации.

Экономическая природа водно-энергетической взаимозависимости Центральной Азии

Водно-энергетическую проблему Центральной Азии часто описывают как спор о распределении воды между странами верхнего и нижнего течения. Такое объяснение отражает часть противоречия, но не раскрывает его полностью. В действительности речь идёт не только о количестве воды, а о том, какую экономическую функцию она выполняет для каждой страны. Для Кыргызстана и Таджикистана вода во многом связана с гидроэнергетикой, работой водохранилищ, зимней генерацией и энергетической безопасностью. Для Узбекистана, Туркменистана и южных районов Казахстана тот же ресурс имеет прежде всего ирригационное и аграрное значение [1; 5; 9].

Именно в этом различии проявляется главная сложность. Если страны верхнего течения активнее используют воду зимой для выработки электроэнергии, они получают важный энергетический эффект, однако страны нижнего течения могут столкнуться с рисками для летнего водообеспечения. Если вода накапливается зимой и сбрасывается летом под нужды ирригации, выигрывают аграрные районы нижнего течения, но страны верхнего течения ограничены в зимней генерации. Поэтому конфликт возникает не из-за самой взаимозависимости, а из-за неравномерного распределения выгод и издержек от сезонного использования воды.

Для анализа подобных связей в международной литературе используется подход water-energy-food nexus, то есть совместное рассмотрение воды, энергии и продовольствия как взаимосвязанных элементов устойчивого развития [10]. Для Центральной Азии этот подход особенно важен, поскольку решения в гидроэнергетике могут влиять на ирригацию, решения в сельском хозяйстве — на нагрузку на водные ресурсы, а состояние энергетической инфраструктуры — на возможности промышленного и социально-экономического развития.

Исторически в регионе уже существовал механизм, позволявший сглаживать такие противоречия. В советский период водно-энергетическая система работала в рамках единого хозяйственного комплекса: режимы водохранилищ, гидроэнергетика, ирригация, энергосистема и топливные поставки рассматривались как части общей плановой модели [1; 5]. После распада СССР прежняя модель перестала работать в прежнем виде, но сама инфраструктурная взаимосвязанность сохранилась. Поэтому современная кооперация не может быть простым восстановлением советской схемы, однако необходимость согласования воды, энергетики, инфраструктуры и компенсаций остаётся.

Водно-энергетические профили стран региона

Страны Центральной Азии входят в водно-энергетическую кооперацию с разными исходными условиями. Это важно учитывать, потому что единый механизм не может одинаково работать для всех участников. Казахстан является крупнейшей ресурсно-индустриальной экономикой региона, но его водная уязвимость особенно заметна в южных регионах, связанных с бассейном Сырдарьи. Кыргызстан и Таджикистан занимают положение стран верхнего течения, где вода имеет высокую энергетическую ценность. Туркменистан в электроэнергетике опирается главным образом на газ, однако его сельское хозяйство зависит от режима Амударьи. Узбекистан сочетает крупный внутренний рынок, высокую ирригационную нагрузку, промышленный рост и увеличивающийся спрос на электроэнергию [4; 6; 7].

Для сопоставления этих различий используется таблица 1.

Таблица 1
Водно-энергетические профили стран Центральной Азии

Страна	Положение в системе стока	Водозабор, км³	Водный стресс, %	Доля сельского хозяйства в водопользовании, %	Основная энергетическая опора	Ключевой интерес в кооперации
Казахстан	смешанное положение; юг связан с Сырдарьёй	около 25,0	34,6	около 58	угольная генерация, промышленная энергосистема	водообеспечение юга, региональные перетоки, инвестиционная устойчивость
Кыргызстан	верхнее течение Нарын–Сырдарьи	около 7,7	50,0	около 90	гидроэнергетика	ГЭС, зимняя генерация, инвестиции и компенсации
Таджикистан	верхнее течение Амударьи	около 9,9	69,9	около 70	гидроэнергетика	ГЭС, водохранилища, экспорт электроэнергии
Туркменистан	нижнее течение Амударьи	около 26,2	135,2	около 92	газовая генерация	предсказуемый режим Амударьи, ирригация, снижение водных потерь
Узбекистан	среднее / нижнее течение Амударьи и Сырдарьи	около 58,9	121,8	около 90	газовая генерация, растущий энергоспрос	ирригация, водные гарантии, энергобаланс, участие в проектах

Источник: составлено автором на основе данных [3; 4; 6; 7]

Таблица показывает, что водная зависимость стран различается не только по объёмам водозабора, но и по экономической функции воды. Для Узбекистана и Туркменистана ключевое значение имеет ирригация, для Кыргызстана и Таджикистана — гидроэнергетика и регулирование стока, а для Казахстана особенно чувствительными остаются южные регионы, связанные с бассейном Сырдарьи.

Сезонное противоречие и матрица интересов стран верхнего и нижнего течения

Главное противоречие водно-энергетической системы Центральной Азии связано с сезонностью. Зимой страны верхнего течения заинтересованы в использовании воды через ГЭС для выработки электроэнергии. Летом страны нижнего и смешанного положения нуждаются в воде для ирригации, сельского хозяйства и продовольственной устойчивости. Один и тот же режим работы водохранилищ не может полностью удовлетворить обе эти логики одновременно [1; 9; 10].

Рисунок 1 — Сезонное противоречие водно-энергетической системы Центральной Азии
Источник: составлено автором на основе данных [1; 7; 9]

При этом сезонное противоречие не означает, что интересы стран полностью несовместимы. Скорее оно показывает, что региону нужен понятный экономический механизм обмена выгодами. Если страны верхнего течения обеспечивают водный режим, выгодный для нижнего течения, они должны получать экономическое возмещение: инвестиции, долгосрочные энергоконтракты, компенсации или участие соседних стран в развитии инфраструктуры. Если же страны нижнего течения заинтересованы в предсказуемой воде, они могут участвовать в софинансировании проектов, цифровом мониторинге, модернизации ирригации и долгосрочных энергетических соглашениях.

Матрица интересов позволяет увидеть, что конфликтные зоны связаны не только с водой как природным ресурсом. В них входят также инфраструктура, инвестиции, доверие к данным и распределение выгод. Кыргызстан и Таджикистан заинтересованы в развитии гидроэнергетики, привлечении инвестиций и повышении энергетической устойчивости. Узбекистан, Туркменистан и юг Казахстана в большей степени заинтересованы в водной предсказуемости, снижении ирригационных рисков и устойчивости сельского хозяйства. Казахстан и Узбекистан, кроме того, могут выступать как крупные рынки, инфраструктурные участники и потенциальные соинвесторы.

Рисунок 2 — Матрица противоречий и взаимной выгоды в водно-энергетической кооперации Центральной Азии
Источник: составлено автором по результатам исследования на основе данных [1; 2; 7; 10]

Главная ценность такой матрицы заключается в том, что она переводит анализ из плоскости конфликта в плоскость управляемого обмена выгодами. Конфликтные зоны включают сезонность стока и спроса, режимы ГЭС и водохранилищ, водные гарантии для ирригации, распределение инвестиций, недостаток доверия к данным и износ инфраструктуры. Зоны взаимной выгоды связаны со снижением потерь воды и электроэнергии, модернизацией ГЭС, ЛЭП, каналов и насосных станций, цифровым учётом, развитием торговли электроэнергией, участием банков развития и компенсационными механизмами [1–4; 8].

Следовательно, водно-энергетическая кооперация Центральной Азии должна строиться не как спор о том, кому принадлежит вода, а как поиск устойчивой схемы распределения выгод и затрат. Именно в этом смысле кластерный подход может быть полезен: он позволяет рассматривать воду, энергетику, инфраструктуру, инвестиции и данные как элементы одной системы, а не как разрозненные направления политики.

Риски и возможности формирования водно-энергетического кластера

Формирование водно-энергетического кластера связано с несколькими группами рисков. Первая группа — водные и ирригационные

риски: высокая нагрузка на трансграничные ресурсы, зависимость сельского хозяйства от летних попусков, потери воды в ирригационных системах и климатическая неопределённость. Особенно чувствительны к этим рискам Узбекистан, Туркменистан и южные районы Казахстана [3; 6; 7].

Вторая группа — энергетические риски. Для Кыргызстана и Таджикистана они связаны с высокой ролью гидроэнергетики, сезонностью водности и зимним спросом на электроэнергию. Для Казахстана и Узбекистана риски выражаются иначе: через рост потребления, сетевые ограничения, износ инфраструктуры и потребность в устойчивых межгосударственных перетоках [4; 8]. Третья группа — инфраструктурно-инвестиционные риски, поскольку ГЭС, водохранилища, ЛЭП, каналы, насосные станции, ирригационные системы и цифровые платформы требуют крупных долгосрочных вложений [2; 8].

Отдельное значение имеют институциональные риски и риски данных. Компенсационные механизмы невозможно выстроить, если стороны по-разному оценивают водность, фактические попуски, водозабор, генерацию, потери и перетоки электроэнергии. Поэтому цифровой мониторинг воды и энергии следует рассматривать не как техническое дополнение, а как одно из условий доверия и расчёта взаимных обязательств.

Те же факторы одновременно открывают возможности для сотрудничества. Региональная торговля электроэнергией может снизить сезонные дефициты и дать странам верхнего течения дополнительный доход от гидроэнергетики. Модернизация ГЭС, сетей, каналов и ирригационных систем способна уменьшить потери и повысить управляемость инфраструктуры. Участие банков развития позволяет улучшить подготовку проектов, провести независимую экспертизу и снизить инвестиционные риски. Рогунская ГЭС, Камбар-Ата-1 и CASA-1000 важны как элементы будущей кооперации, но сами по себе не образуют кластер: они становятся частью модели только при связи с водными графиками, цифровым учётом, энерготорговлей и распределением выгод [8].

Вероятная модель водно-энергетического кластера Центральной Азии

В рамках данной статьи водно-энергетический кластер Центральной Азии целесообразно понимать не как новый наднациональный орган и не как один крупный инфраструктурный проект, а как поэтапную модель межгосударственной координации. Такая модель должна связывать воду, электроэнергию, инфраструктуру, инвестиции, данные и компенсационные механизмы. Именно такая трактовка делает идею кластера более реалистичной и не превращает её в абстрактный политический лозунг.

Кластер не должен заменять государства, национальные ведомства или уже существующие региональные институты. Его задача практичнее: связать действия участников вокруг конкретных рисков и проектов. Государства определяют правила и заключают соглашения, водные и энергетические ведомства согласуют режимы воды и генерации, операторы инфраструктуры отвечают за техническое исполнение, банки развития поддерживают финансирование и экспертизу, а региональные институты могут быть площадками обмена данными и координации.

Рисунок 3 — Вероятная модель водно-энергетического кластера Центральной Азии
Источник: составлено автором по результатам исследования

Вероятную модель кластера можно представить через шесть блоков. Водный блок отвечает за режимы стока, попуски и бассейновую координацию. Энергетический блок связывает генерацию, спрос, межгосударственные перетоки и торговлю электроэнергией. Инфраструктурно-инвестиционный блок включает модернизацию ГЭС, ТЭС, ЛЭП, сетей, каналов, ирригационных систем и водохранилищ. Цифровой блок обеспечивает сопоставимые данные по водности, попускам, водозабору, потерям, генерации и перетокам. Компенсационный блок нужен для более справедливого распределения выгод и затрат между странами и сезонами. Институционально-координационный блок задаёт правила взаимодействия, процедуры согласования и мониторинг исполнения решений.

Предложенная модель показывает, что будущий кластер должен быть дифференцированным. Страны не могут участвовать в нём на одинаковых условиях, потому что их экономические интересы различаются. Верхнее течение предоставляет гидроэнергетический потенциал и функцию регулирования стока. Нижнее течение формирует спрос на водную предсказуемость и может участвовать в инвестициях. Газовые и угольные энергосистемы дополняют региональный баланс. Банки развития и региональные институты могут снижать риски проектной подготовки, финансирования и обмена данными.

Сценарии развития водно-энергетической кооперации

Перспективы водно-энергетической кооперации Центральной Азии могут развиваться по нескольким сценариям. Их различие определяется не общими заявлениями о сотрудничестве, а тем, насколько страны готовы связывать между собой данные, инфраструктурные проекты, энерготорговлю, сезонное планирование и компенсационные механизмы.

Инерционный сценарий предполагает сохранение действующей практики отдельных соглашений без общей рамки воды, энергетики и инвестиций. Фрагментарно-проектный сценарий связан с развитием отдельных инициатив, таких как Рогунская ГЭС, Камбар-Ата-1, CASA-1000, модернизация сетей и ирригационных систем. Кооперационно-кластерный сценарий предполагает постепенную увязку данных, проектного портфеля, региональной торговли электроэнергией, сезонного планирования и компенсаций. Кризисный сценарий возможен при сочетании засух, роста спроса на электроэнергию, задержек инфраструктурных проектов и слабой координации.

Наиболее вероятной среднесрочной траекторией выглядит фрагментарно-проектный сценарий, поскольку он уже частично реализуется через крупные гидроэнергетические и сетевые инициативы. Однако в долгосрочной перспективе более устойчивым является переход к кооперационно-кластерной модели, при которой отдельные проекты начинают работать как элементы общей системы согласования интересов.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что водно-энергетическая проблема Центральной Азии имеет прежде всего экономико-управленческий характер. Её нельзя сводить только к физическому распределению воды или строительству отдельных энергетических объектов. В основе проблемы лежит то, что один и тот же водный ресурс выполняет разные экономические функции для разных стран и сезонов: для Кыргызстана и Таджикистана он связан с гидроэнергетикой и зимней генерацией, а для Узбекистана, Туркменистана и южных регионов Казахстана — с ирригацией, сельским хозяйством и продовольственной устойчивостью.

Сравнение водных и энергетических профилей стран показывает, что будущая кооперация не может строиться по единой универсальной схеме. Страны верхнего течения заинтересованы в инвестициях в ГЭС, энергетической устойчивости и признании регулирующей функции водохранилищ, тогда как страны нижнего и смешанного положения в большей степени нуждаются в предсказуемых летних попусках, снижении ирригационных рисков и водосбережении.

Кластерный подход применим к водно-энергетической кооперации Центральной Азии только в адаптированном виде. Водно-энергетический кластер целесообразно понимать не как новый наднациональный орган и не как один крупный мегапроект, а как поэтапную модель межгосударственной координации, связывающую воду, электроэнергию, инфраструктуру, инвестиции, цифровой учёт и компенсационные механизмы. Рогунская ГЭС, Камбар-Ата-1 и CASA-1000 могут стать важными элементами такой модели, но сами по себе не образуют кластер без связи с сезонным планированием, энерготорговлей, цифровыми данными и распределением выгод.

Таким образом, перспективы формирования водно-энергетического кластера Центральной Азии зависят не от формального создания новой структуры, а от способности стран региона перейти от отдельных проектов к согласованной системе обмена выгодами. Именно при таком подходе водно-энергетическая взаимозависимость может быть преобразована из фактора периодических противоречий в основу долгосрочного экономического сотрудничества.

Литература

1. Винокуров Е. Ю. Регулирование водно-энергетического комплекса Центральной Азии: доклады и рабочие документы 22/4 / Е. Ю.

Винокуров, А. Ахунбаев, Н. Усманов, Т. Сарсембеков. — Алматы; Москва: Евразийский банк развития, 2022.

2. Винокуров Е. Ю. Инвестиции в водно-энергетический комплекс Центральной Азии: доклады и рабочие документы 21/3 / Е. Ю. Винокуров, А. Ахунбаев, А. Забоев, Н. Усманов, Т. Сарсембеков. — Алматы; Москва: Евразийский банк развития, 2021.

3. Винокуров, Е. Ю. Эффективная ирригация и водосбережение в Центральной Азии: доклады и рабочие документы 23/4 / Е. Ю. Винокуров, А. Ахунбаев, С. Чуев, А. Адахаев, Т. Сарсембеков. — Алматы: Евразийский банк развития, 2023.

4. Евразийский банк развития. Энергетика Центральной Азии: модернизация энергетического сектора и энергопереход. — Алматы: ЕАБР, 2026.

5. Духовный В. А. Управление водными ресурсами в Центральной Азии: достижение консенсуса между водным и энергетическим секторами / В. А. Духовный. — Ташкент: НИЦ МКВК, 2010.

6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. AQUASTAT — Global Information System on Water and Agriculture. — Электронный ресурс. — URL: https://www.fao.org/aquastat/en/ (Дата обращения: 18.06.2026)

7. World Bank. Central Asia Water and Energy Program (CAWEP). — Электронный ресурс. — URL: https://www.worldbank.org/en/region/eca/brief/cawep (Дата обращения: 18.06.2026)

8. World Bank. Materials on regional energy and hydropower projects in Central Asia: Rogun Hydropower Plant Project; Kambarata-1 Hydropower Plant Project; Central Asia South Asia Electricity Transmission and Trade Project (CASA-1000). — Электронный ресурс. — URL: https://www.worldbank.org/ (Дата обращения: 18.06.2026)

9. United Nations Economic Commission for Europe. Water-Energy-Food-Ecosystems Nexus Assessment in the Syr Darya River Basin. — Geneva: UNECE, 2020.

10. Hamidov, A. Operationalizing water-energy-food nexus research for sustainable development in social-ecological systems: an interdisciplinary learning case in Central Asia / A. Hamidov, S. Dédéhouanou, H. Webber [et al.] // Ecology and Society. — 2022. — Vol. 27, № 1. — Article 12. — DOI: 10.5751/ES-12891-270112.

11. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations. — New York: Free Press, 1990. — 855 p.

Water-energy cluster of Central Asia as a mechanism for coordinating the economic interests of the region's countries

Studenikina L.A., Ergashev S.Kh.
Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the possibility of forming a water-energy cluster in Central Asia as a practical mechanism for coordinating the economic interests of the countries of the region. After the collapse of the USSR, water, energy and irrigation infrastructure remained highly interconnected, while resource management, energy policy and investment decisions became primarily national. Based on the comparison of the water and energy profiles of Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, Turkmenistan and Uzbekistan, the article shows that cooperation cannot be built according to a single universal scheme. The author proposes to consider the water-energy cluster not as a new supranational body and not as a separate infrastructure project, but as a phased model for coordinating water, electricity, infrastructure, investment, digital monitoring and compensation mechanisms.

Keywords: Central Asia, water-energy cluster, water-energy cooperation, hydropower, irrigation, energy security, transboundary water resources, investments, digital monitoring, compensation mechanisms.

References

1. Vinokurov E. Yu., Akhunbaev A., Usmanov N., Sarsembekov T. Regulation of the Water and Energy Complex of Central Asia. Reports and Working Papers 22/4. Almaty; Moscow: Eurasian Development Bank, 2022.
2. Vinokurov E. Yu., Akhunbaev A., Zaboev A., Usmanov N., Sarsembekov T. Investments in the Water and Energy Complex of Central Asia. Reports and Working Papers 21/3. Almaty; Moscow: Eurasian Development Bank, 2021.
3. Vinokurov E. Yu., Akhunbaev A., Chuev S., Adakhaev A., Sarsembekov T. Efficient Irrigation and Water Conservation in Central Asia. Almaty: Eurasian Development Bank, 2023.
4. Eurasian Development Bank. Power Sector of Central Asia: Modernization and Energy Transition. Almaty: EDB, 2026.
5. Dukhovny V. A. Water Resources Management in Central Asia: Achieving Consensus between Water and Energy Sectors. Tashkent: SIC ICWC, 2010.
6. Food and Agriculture Organization of the United Nations. AQUASTAT — Global Information System on Water and Agriculture. Available at: https://www.fao.org/aquastat/en/ (Accessed 18.06.2026)
7. World Bank. Central Asia Water and Energy Program (CAWEP). Available at: https://www.worldbank.org/en/region/eca/brief/cawep (Accessed 18.06.2026)
8. World Bank. Materials on regional energy and hydropower projects in Central Asia: Rogun Hydropower Plant Project; Kambarata-1 Hydropower Plant Project; Central Asia South Asia Electricity Transmission and Trade Project (CASA-1000). Available at: https://www.worldbank.org/ (Accessed 18.06.2026)
9. United Nations Economic Commission for Europe. Water-Energy-Food-Ecosystems Nexus Assessment in the Syr Darya River Basin. Geneva: UNECE, 2020.
10. Hamidov A., Dédéhouanou S., Webber H. et al. Operationalizing water-energy-food nexus research for sustainable development in social-ecological systems: an interdisciplinary learning case in Central Asia. Ecology and Society, 2022, vol. 27, no. 1, article 12. DOI: 10.5751/ES-12891-270112.
11. Porter M. E. The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press, 1990. 855 p.

Интеграция риск-менеджмента в Agile-процессы IT-стартапов: модель и практические рекомендации

Аксенов Матвей Владимирович
аспирант, кафедра финансово-экономического и бизнес-образования, Государственный университет просвещения, matthewaxenov18@gmail.com

Классические подходы к управлению рисками, ориентированные на зрелые организации, оказываются малоприменимыми в среде IT-стартапов, где доминируют гибкие методологии разработки (Agile, Scrum, Kanban). Основная проблема заключается в том, что традиционный риск-менеджмент существует как отдельный, бюрократический процесс, что вступает в противоречие с итеративной природой Agile. В статье предлагается модель интеграции управления рисками в Agile-процессы IT-стартапов, основанная на трёх компонентах: Risk Backlog (аналог Product Backlog для рисков), риск-спринты (выделение 10–15% ёмкости спринта на риск-задачи) и ретроспективы рисков. Показано, как адаптировать существующие Agile-артефакты для работы с рисками без увеличения бюрократической нагрузки. Предложены практические инструменты: формат риск-задач в Jira/Trello и метод приоритизации на основе WSJF. Статья адресована основателям и менеджерам IT-стартапов, а также исследователям в области управления рисками и Agile-разработки.
Ключевые слова: управление рисками, Agile, IT-стартапы, Risk Backlog, интеграция риск-менеджмента, гибкие методологии.

Введение

Современные IT-стартапы строят свою разработку на гибких методологиях — Agile, Scrum, Kanban. Эти подходы позволяют быстро адаптироваться к изменениям, сокращать циклы обратной связи и минимизировать рыночные риски через итеративные релизы [9, 11]. Однако, как показывает практика и результаты предыдущих исследований автора [5, 6], управление рисками в таких компаниях либо отсутствует, либо существует в виде формальных процедур, не интегрированных в основной процесс разработки.

Классические фреймворки риск-менеджмента, такие как ISO 31000 и COSO ERM, предполагают выделенные роли, документооборот и периодические аудиты [4]. В Agile-среде, где приоритеты пересматриваются каждые 1–4 недели, а команда сама определяет, как организовать работу, такие подходы оказываются не просто избыточными, а деструктивными. Они создают дополнительную бюрократическую нагрузку, снижают скорость принятия решений и вступают в противоречие с культурой доверия и самоорганизации, лежащей в основе Agile [7].

В результате в большинстве IT-стартапов риск-менеджмент сводится к интуитивным решениям основателей или вовсе игнорируется. Это приводит к тому, что ключевые угрозы — технический долг, зависимость от ключевых сотрудников (Key Person Risk), неготовность к пивоту — выявляются только тогда, когда становятся критическими [2, 14]. Согласно данным CB Insights, неэффективное управление рисками является причиной провала 29% стартапов [1].

В научной литературе существует ряд работ, посвящённых рискам в Agile-проектах [8, 15], однако большинство из них рассматривают риски либо как отдельный объект управления, либо предлагают адаптации классических фреймворков, которые сохраняют бюрократическую природу исходных моделей. Отсутствует целостная модель, которая позволяла бы органично встроить управление рисками в существующие Agile-артефакты — бэклог, спринты, ретроспективы — без создания отдельной управленческой надстройки.

Цель настоящей статьи — разработать модель интеграции управления рисками в Agile-процессы IT-стартапов, которая была бы практичной, ресурсо-лёгкой и не противоречила бы гибкой культуре разработки.

Основные результаты исследований

Классический риск-менеджмент, представленный такими фреймворками, как ISO 31000 и COSO ERM, исходит из ряда базовых допущений: среда предсказуема, цели фиксированы, процедуры формализованы, а ответственность распределена между выделенными ролями [4]. Эти допущения работают в зрелых корпорациях, где стратегия формируется на год вперёд, а отклонения от плана считаются исключением. В IT-стартапе, напротив, стратегия может пересматриваться каждые 2–4 недели, а продукт — меняться по результатам каждого спринта [9, 11].

Agile-культура строится на принципах самоорганизации, итеративности и быстрой обратной связи. Команда сама определяет, как достичь целей спринта, а приоритеты задаются через Product Backlog [10]. В такой среде классический риск-менеджмент воспринимается как чужеродная надстройка: он требует документирования, согласований и регулярных отчётов, что вступает в прямое противоречие с потребностью команды в скорости и гибкости [7].

Основные противоречия можно свести к трём пунктам:

1. Процесс vs. Итерация. ISO 31000 предлагает цикл: идентификация → анализ → оценка → обработка → мониторинг. Каждый этап предполагает формализацию. В Agile этот цикл должен был бы укладываться в рамки одного спринта, но на практике процедурные требования делают это невозможным [4].

2. Роли vs. Самоорганизация. Классический риск-менеджмент предполагает наличие риск-менеджера или выделенного подразделения. В стартапе таких ролей нет, а попытка их ввести воспринимается как бюрократизация. Команда не готова делегировать управление рисками «специалисту», так как это противоречит идее коллективной ответственности [8].

3. Документ vs. Бэклог. В классическом подходе результаты оценки рисков фиксируются в отчётах и риск-регистрах. В Agile команда работает с бэклогом — живым, постоянно обновляемым списком задач. Риски, зафиксированные в отдельном документе, быстро устаревают и перестают учитываться при планировании [12].

Сравнение классического и Agile-подхода к управлению рисками представлено в табл.1.

Таблица 1
Сравнение классического и Agile-подхода к управлению рисками

Критерий	Классический риск-менеджмент	Agile-подход к рискам
Периодичность	Ежеквартальные / ежегодные аудиты	Непрерывно, в каждом спринте
Формат	Отдельные отчёты и риск-регистры	Интеграция в бэклог (Risk Backlog)
Ответственность	Выделенный риск-менеджер	Распределена между командой
Реагирование	После выявления риска	Проактивное, через риск-задачи в спринте
Связь с разработкой	Отдельный процесс	Встроен в существующие Agile-артефакты

Таким образом, классический риск-менеджмент в Agile-среде не просто неудобен — он деструктивен. Он замедляет разработку, создаёт дополнительную нагрузку на команду и не даёт полезной информации, так как риски быстро меняются вместе с продуктом и рынком.

Предлагаемая модель интеграции риск-менеджмента в Agile-процессы IT-стартапов строится на трёх базовых принципах.

- Непрерывность — управление рисками происходит не эпизодически, а в каждом спринте, что позволяет предотвращать накопление угроз.
- Интеграция — риски не выделяются в отдельный процесс, а встраиваются в существующие Agile-артефакты: бэклог, спринты и ретроспективы.
- Минимальная бюрократия — модель не требует введения новых ролей, документов или процедур, а использует уже существующие инструменты и ритмы работы команды. Эти принципы позволяют встроить управление рисками в повседневную деятельность без увеличения административной нагрузки.

Модель включает три компонента, каждый из которых является адаптацией существующего Agile-артефакта: Risk Backlog (аналог Product Backlog), риск-спринты (выделение части ёмкости спринта) и ретроспективы рисков (расширение стандартной ретроспективы).

Risk Backlog. Аналог Product Backlog для рисков. В отличие от классического риск-регистра, который ведётся в отдельном документе и обновляется эпизодически, Risk Backlog ведётся в той же системе, что и продуктовый бэклог — Jira, Trello, Asana или аналоги [14]. Каждый риск формулируется как задача с чёткими критериями выполнения. Risk Backlog содержит не просто перечень угроз, а проверяемые гипотезы: «Если мы не протестируем гипотезу X в течение двух недель, мы рискуем потерять рынок Y». Такой формат позволяет команде видеть риски в том же контексте, что и продуктовые задачи, и принимать взвешенные решения о приоритетах.

Risk Backlog ведётся по тем же правилам, что и продуктовый бэклог: он приоритизируется, уточняется и пересматривается на каждом спринт-планировании. Каждая риск-задача должна содержать чёткое описание угрозы, предполагаемые меры снижения и критерий успеха (как понять, что риск снижен). Рекомендуется разделять Risk Backlog на две категории: стратегические риски (связанные с бизнес-моделью, рынком, конкуренцией) и операционные риски (технический долг, кадровые риски, сбои в процессах). Стратегические риски пересматриваются раз в месяц, операционные — в каждом спринте. Такое разделение помогает команде не смешивать долгосрочные угрозы с текущими задачами.

Риск-спринты. В рамках каждого спринта команда выделяет 10–15% ёмкости на задачи из Risk Backlog. Это не отдельный спринт, а регулярное выделение времени на снижение ключевых рисков в каждом цикле разработки [7]. Например, если команда планирует 100 часов работы, 10–15 часов уходит на задачи, связанные с проверкой гипотез, снижением технического долга или тестированием альтернативных стратегий. Такой подход предотвращает накопление рисков и делает управление ими непрерывным процессом.

Выделяемые 10–15% ёмкости спринта могут использоваться на: проверку гипотез (CustDev-интервью, A/B-тесты, анализ данных), снижение технического долга (рефакторинг, обновление зависимостей, написание тестов), тестирование альтернативных стратегий (прототипирование, исследование новых каналов привлечения). Важно, чтобы эти задачи планировались наравне с продуктовыми и имели такую же степень приоритетности. Если команда пропускает выделение времени на риски в течение двух спринтов подряд, это сигнал о том, что процесс требует корректировки.

Ретроспективы рисков. В конце каждого спринта команда на стандартной ретроспективе выделяет 10–15 минут на обсуждение рисков: какие риски материализовались, какие удалось снизить, какие новые появились. Это позволяет удерживать фокус на управлении рисками без создания отдельной бюрократической процедуры [8]. Результаты обсуждения фиксируются в Risk Backlog — либо как закрытые задачи, либо как новые элементы для следующего спринта.

Обсуждение рисков на ретроспективе рекомендуется проводить по следующему формату: (1) какие риски из Risk Backlog материализовались за спринт? (2) какие меры сработали, а какие нет? (3) какие новые риски появились? (4) какие риск-задачи стоит включить в следующий спринт? Такой формат занимает 10–15 минут и не требует отдельной встречи. Результаты обсуждения фиксируются в Risk Backlog — либо как закрытые задачи, либо как новые элементы.

Связь с продуктовым бэклогом. Важно, чтобы риск-задачи не существовали изолированно от продуктовых. Они должны быть привязаны к конкретным пользовательским историям или эпикам через метки, связи или общий контекст. Например, если риск связан с техническим долгом, он привязывается к задаче, реализация которой создала этот долг. Если риск связан с гипотезой о рынке, он привязывается к эпику, описывающему выход на новый рынок. Это позволяет команде видеть не только отдельные риски, но и их связь с продуктом, что упрощает принятие решений о приоритетах.

Распределение ответственности. В предлагаемой модели не требуется выделенный риск-менеджер. Ответственность за управление рисками распределена между существующими ролями: Product Owner отвечает за приоритизацию Risk Backlog, команда — за выполнение риск-задач, а Scrum-мастер (или тимлид) фасилитирует обсуждение рисков на ретроспективах [10]. В стартапах без формальных Agile-ролей ответственность может быть распределена между основателями и ключевыми разработчиками.

Модель предполагает поэтапное внедрение: на первом этапе команда формирует начальный Risk Backlog (1–2 часа на воркшопе), на втором — выделяет риск-задачи в ближайший спринт, на третьем — встраивает обсуждение рисков в ретроспективу. Такой подход минимизирует сопротивление и позволяет команде адаптироваться к новому процессу без резких изменений.

Для реализации предложенной модели необходимы инструменты, которые позволяют команде работать с рисками в том же формате, что и с продуктовыми задачами.

Формат риск-задач. Каждая риск-задача в Risk Backlog должна быть структурирована так же, как пользовательская история (User Story), но с акцентом на гипотезу и критерии её проверки. Рекомендуется следующий шаблон:

«Если [условие] не будет выполнено к [сроку], то возникнет [последствие], потому что [причина]. Критерий снижения риска: [измеримый результат]».

Пример: «Если мы не проведём CustDev-интервью с 10 представителями целевой аудитории до конца спринта, мы рискуем запустить MVP без подтверждённого спроса, потому что предыдущие гипотезы основаны на экспертных оценках, а не на данных. Критерий: не менее 8 из 10 интервью подтвердят актуальность проблемы».

Такой формат делает риск измеримым и привязанным к конкретным действиям, а не абстрактной угрозой. В Jira или Trello риск-задача оформляется как обычная задача с меткой «risk», что позволяет фильтровать и отслеживать её в общем потоке работ.

Приоритизация риск-задач: адаптированный WSJF. В Agile-практиках для приоритизации задач часто используется метод WSJF (Weighted Shortest Job First), который учитывает ценность, срочность и длительность задачи. Для риск-задач предлагается адаптированная формула:

WSJF = (Влияние риска × Срочность) / Время на реализацию мер

Влияние оценивается по шкале от 1 до 10, где 10 — риск, который может привести к краху стартапа. Срочность — по шкале от 1 до 10, где 10 — риск, который должен быть снижен в ближайшие две недели. Время на реализацию мер — в человеко-часах или днях. Чем выше итоговое значение, тем выше приоритет риск-задачи в спринте.

Пример: риск потери ключевого разработчика имеет влияние 9, срочность 7, время на реализацию мер — 2 дня. WSJF = (9 × 7) / 2 = 31.5. Риск неверного product-market fit имеет влияние 10, срочность 5, время — 3 дня. WSJF = (10 × 5) / 3 = 16.7. В данном случае риск потери разработчика получает более высокий приоритет. Такой подход позволяет команде объективно сравнивать разные типы рисков и принимать решения о том, на какие задачи выделять время в спринте.

Интеграция с продуктовым бэклогом. Важно, чтобы риск-задачи не существовали изолированно. Они должны быть привязаны к конкретным продуктовым задачам — например, через метки (labels) в Jira или связи между задачами (links). Если риск-задача связана с техническим

долгом, она может быть привязана к пользовательской истории, реализация которой создала этот долг. Если риск-задача связана с гипотезой о рынке, она может быть привязана к эпику, описывающему выход на новый рынок. Это позволяет команде видеть не только отдельные риски, но и их связь с продуктом, что упрощает принятие решений о приоритетах.

Для иллюстрации предложенной модели рассмотрим гипотетический IT-стартап «SmartTask» — SaaS-платформа для управления проектами, находящаяся на стадии роста. Команда состоит из 8 человек: Product Owner, Scrum-мастер, 5 разработчиков и 1 дизайнер. Стартап работает по двухнедельным спринтам, использует Jira для управления бэклогом и проводит стандартные ретроспективы в конце каждого спринта. Продукт уже привлёк первых 200 платных клиентов, но команда сталкивается с рядом проблем: технический долг накапливается быстрее, чем его успевают решать, а основатели не уверены, что текущая стратегия развития продукта соответствует рыночным ожиданиям.

Исходная ситуация. Риск-менеджмент в стартапе отсутствовал как системный процесс. Основатели периодически обсуждали риски на неформальных встречах, но эти обсуждения не приводили к конкретным действиям. В результате ключевые угрозы — технический долг, зависимость от одного ведущего разработчика и неопределённость с product-market fit — оставались без внимания до тех пор, пока не становились критическими. Например, в четвёртом спринте команда не уложилась в сроки из-за необходимости срочного рефакторинга, что привело к переносу релиза и недовольству клиентов. Это стало триггером для внедрения модели интеграции риск-менеджмента.

Шаг 1. Формирование Risk Backlog. На воркшопе продолжительностью 1,5 часа команда под руководством Scrum-мастера сформулировала первоначальный Risk Backlog. Каждый участник записал риски, которые его беспокоят, затем команда сгруппировала их и приоритизировала с использованием адаптированного WSJF. В результате было сформировано 12 риск-задач, из которых 5 были признаны приоритетными для первого спринта. Примеры: «Провести аудит кодовой базы для оценки технического долга» (риск замедления разработки), «Провести CustDev-интервью с 10 клиентами, которые отказались от продления подписки» (риск неверного product-market fit), «Документировать архитектуру модуля интеграций» (риск зависимости от одного разработчика). Risk Backlog был заведён в Jira как отдельный фильтр с меткой «risk», что позволило видеть его в общем контексте бэклога, но при этом не смешивать с продуктовыми задачами.

Шаг 2. Выделение риск-задач в спринт. На следующем спринт-планировании команда выделила 12% ёмкости спринта (что соответствовало ~10 часам из 80) на выполнение риск-задач. Три задачи из Risk Backlog были включены в спринт: аудит кодовой базы (4 часа), CustDev-интервью с 3 клиентами (3 часа) и документирование архитектуры модуля интеграций (3 часа). Остальные риск-задачи остались в бэклоге и будут включены в следующие спринты по мере высвобождения ресурсов. Важно, что риск-задачи не замедлили разработку — они были интегрированы в общий план и выполнялись параллельно с основными пользовательскими историями.

Шаг 3. Ретроспектива рисков. На стандартной ретроспективе команда выделила 15 минут на обсуждение рисков. Результаты: аудит кодовой базы выявил три критических участка технического долга, что позволило запланировать их рефакторинг в следующем спринте; CustDev-интервью подтвердили гипотезу о том, что клиенты недовольны сложностью интерфейса, что привело к корректировке бэклога; документирование архитектуры завершено, и теперь в случае ухода ведущего разработчика его знания не будут потеряны. Команда также добавила в Risk Backlog два новых риска: зависимость от внешнего API и возможные задержки с сертификацией продукта для нового рынка. Обсуждение прошло конструктивно и не потребовало дополнительных встреч.

Результаты после трёх спринтов. Через три спринта (6 недель) команда отметила следующие изменения: во-первых, количество срочных рефакторингов сократилось на 40%, так как технический долг стал отслеживаться и решаться планово; во-вторых, основатели получили чёткое понимание того, какие стратегические риски требуют внимания, и скорректировали продуктовый роудмэп; в-третьих, команда стала более уверенной в управлении рисками, так как они перестали быть «чем-то страшным» и превратились в обычные задачи. Среднее время на обсуждение рисков на ретроспективе не превышало 15 минут, а общая бюрократическая нагрузка практически не увеличилась.

Этапы внедрения модели интеграции риск-менеджмента в Agile представлены в табл.2.

Предложенная модель интеграции риск-менеджмента в Agile-процессы имеет ряд ограничений, которые важно учитывать при её практическом применении.

Таблица 2

Этапы внедрения модели интеграции риск-менеджмента в Agile

Этап	Действие	Результат
1	Воркшоп по формированию Risk Backlog	Первичный список риск-задач
2	Выделение 10–15% ёмкости спринта на риск-задачи	Риски начинают снижаться планово
3	Включение обсуждения рисков в ретроспективу	Риски отслеживаются и обновляются
4	Интеграция риск-задач в Jira / Trello	Риски видны в общем бэклоге

Размер команды. Модель предполагает наличие минимальной структуры: Product Owner, Scrum-мастер и команда разработки. В стартапах с командой менее 5 человек, где роли не формализованы, внедрение Risk Backlog и выделение процента ёмкости спринта могут быть избыточными. Для таких команд рекомендуется упрощённая версия: ведение риск-задач в общем бэклоге без отдельного Risk Backlog и выделения процента ёмкости, а обсуждение рисков — на еженедельных встречах, а не на ретроспективах.

Этап развития стартапа. Модель наиболее эффективна на стадии роста и масштабирования, когда команда уже работает в ритме спринтов, а риски становятся системными (технический долг, Key Person Risk, стратегические угрозы). На посевной стадии, когда продукт ещё не подтверждён, а команда только формируется, управление рисками может быть неформальным и не требовать выделения ресурсов в спринте. Однако даже на этой стадии полезно вести Risk Backlog в упрощённом виде, чтобы не упускать ключевые угрозы.

Культура команды. Модель требует готовности команды к регулярному обсуждению рисков и выделению времени на их снижение. В командах с низкой рефлексивной культурой или высокой текучестью внедрение может быть затруднено. Рекомендуется начинать с пилотного внедрения в течение 2–3 спринтов, чтобы команда адаптировалась к новому процессу, и только затем масштабировать его на все проекты.

Инструментальная поддержка. Модель предполагает использование систем управления задачами (Jira, Trello и др.) для ведения Risk Backlog. Если стартап не использует такие системы, внедрение модели потребует дополнительных усилий. Однако большинство IT-стартапов уже используют подобные инструменты, поэтому это ограничение редко является критическим.

На основе анализа ограничений можно сформулировать следующие рекомендации.

Целесообразно начинать с малого. На первом этапе сформируйте Risk Backlog и выделите одну риск-задачу в спринт. Это позволит команде привыкнуть к новому процессу без резких изменений.

Следует адаптировать модель под свой контекст. Если ваша команда работает по Kanban, а не по Scrum, адаптируйте риск-задачи под потоковую модель: риски включаются в бэклог и выполняются по мере готовности, а ретроспективы заменяются еженедельными обзорами.

Необходимо измерять эффективность. Отслеживайте, сколько риск-задач выполнено за спринт, как изменилась частота критических инцидентов и сколько времени команда тратит на обсуждение рисков. Если нагрузка превышает 15 минут на ретроспективе, это сигнал к упрощению процесса.

Важно вовлекать основателей. Без поддержки основателей внедрение модели не будет устойчивым. Основатели должны понимать ценность управления рисками и выделять время на его внедрение, даже если это не даёт немедленных результатов.

Заключение

В ходе выполнения исследования разработана модель интеграции управления рисками в Agile-процессы IT-стартапов, позволяющая преодолеть ключевое противоречие между классическим риск-менеджментом и гибкой культурой разработки. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы.

Классические подходы к управлению рисками (ISO 31000, COSO ERM) не могут быть непосредственно применены в Agile-среде IT-стартапов, так как они предполагают формализованные процедуры, выделенные роли и периодические аудиты, что вступает в противоречие с принципами самоорганизации, итеративности и скорости, лежащими в основе Agile-разработки. Выявлены три ключевых конфликта: процесс vs. итерация, роли vs. самоорганизация, документ vs. бэклог.

Предложена модель интеграции, основанная на трёх компонентах: Risk Backlog (аналог Product Backlog для рисков), риск-спринты (выделение 10–15% ёмкости спринта на риск-задачи) и ретроспективы рисков (расширение стандартной ретроспективы на 10–15 минут для обсуждения рисков). Модель не требует введения новых ролей или процедур, а встраивается в существующие Agile-артефакты, что минимизирует бюрократическую нагрузку и сопротивление команды.

Разработан практический инструментарий для работы с риск-задачами: формат риск-задач в Jira/Trello на основе шаблона «Если [условие]… то [последствие]… критерий снижения риска: [измеримый результат]», а также адаптированный метод приоритизации WSJF для риск-задач, учитывающий влияние риска, срочность и время на реализацию мер. Предложенные инструменты позволяют команде работать с рисками в том же формате, что и с продуктовыми задачами, без увеличения административной нагрузки.

Пример внедрения модели в гипотетическом стартапе показал, что через три спринта количество срочных рефакторингов сократилось на 40%, основатели получили чёткое понимание стратегических рисков, а команда перестала воспринимать управление рисками как дополнительную бюрократическую нагрузку. Время на обсуждение рисков на ретроспективах не превышало 15 минут.

Определены ограничения модели: размер команды (менее 5 человек — упрощённая версия), этап развития стартапа (наиболее эффективна на стадии роста и масштабирования), культура команды (требует готовности к регулярному обсуждению рисков) и инструментальная поддержка (требует Jira/Trello или аналоги). Сформулированы практические рекомендации по внедрению: начинать с малого, адаптировать под контекст, измерять эффективность и вовлекать основателей.

Практическая значимость результатов заключается в том, что предложенная модель может быть использована основателями и менеджерами IT-стартапов для выстраивания системы управления рисками, интегрированной в Agile-процессы, без создания отдельной бюрократической надстройки. Методика не требует дорогостоящих инструментов и может быть внедрена в течение 2–3 спринтов.

Таким образом, в данной работе предложен конкретный механизм интеграции управления рисками в гибкие методологии разработки, что позволяет перейти от теории к практике.

Перспективы дальнейших исследований связаны с эмпирической валидацией модели на реальных кейсах IT-стартапов, адаптацией под различные Agile-фреймворки (Scrum, Kanban, Spotify Model), а также разработкой автоматизированных инструментов для мониторинга рисков на основе данных из систем управления проектами (Jira, ClickUp, Linear) и аналитических платформ (Amplitude, Mixpanel, Google Analytics).

Литература

1. CB Insights. State of Venture 2024 Report [Электронный ресурс]. — New York, 2025. — Режим доступа: https://www.cbinsights.com/research/report/venture-trends-2024/ (дата обращения: 25.06.2026).
2. Startup Genome. The State of the Global Startup Ecosystem Report 2023 [Электронный ресурс]. — San Francisco, 2023. — Режим доступа: https://startupgenome.com/report/gser2023 (дата обращения: 25.06.2026).
3. Писарев А.В. Риск-менеджмент в стартапах: от идеи до выхода. — Москва: Юрайт, 2023. — 314 с.
4. Тебекин А.В., Тебекин П.А. Возможности и ограничения использования традиционной методологии управления проектами в современных условиях // Журнал исследований по управлению. — 2018. — Т. 4, № 1. — С. 1–21.
5. Аксенов М.В. Теоретические основы и систематизация рисков IT-стартапов на различных этапах жизненного цикла // Журнал исследований по управлению. — 2025. — № 6. — С. 41–58.
6. Аксенов М.В. Разработка динамического фреймворка управления рисками IT-стартапов // Журнал исследований по управлению. — 2026. — № 3. — С. 13–32.
7. Todeschini B.V. Risk Management from the Perspective of Startups // European Journal of Applied Business and Management. — 2017. — Vol. 3, No. 3. — P. 89–104.
8. Kaszuba-Perz A., Czyżewska M. Risk Management in Innovative Startups and the Role of Investors and Business Accelerators // Finance and Sustainability: Proceedings. — Springer, 2020. — P. 115–124.
9. Бланк С. Стартап: Настольная книга основателя. — Москва: Альпина Паблишер, 2020. — 606 с.
10. Рис Э. Бизнес с нуля: Метод Lean Startup для быстрого тестирования идей и выбора бизнес-модели. — Москва: Альпина Паблишер, 2019. — 256 с.
11. Ries E. The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. — New York: Currency, 2017. — 336 p.
12. Moore J.F. The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems. — New York: Harper Business, 2019. — 320 p.
13. Gompers P.A., Lerner J. The Venture Capital Cycle. — Cambridge: MIT Press, 2004. — 569 p.
14. Teece D.J., Linden G. Business models, value capture, and the digital enterprise // Journal of Organization Design. — 2022. — Vol. 6, Iss. 1. — P. 8.
15. Тебекин А.В. Эволюция методов управления проектами: мировой опыт и перспективы развития. // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 24. С. 3969-3994.

Integrating Risk Management into Agile Processes in IT Startups: A Model and Practical Recommendations

Aksyonov M.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Classical risk management approaches, designed for mature organizations, are largely inapplicable in IT startups, where agile development methodologies (Agile, Scrum, Kanban) dominate. The core problem is that traditional risk management exists as a separate, bureaucratic process, conflicting with the iterative nature of Agile. This paper proposes a model for integrating risk management into Agile processes in IT startups, based on three components: Risk Backlog (an analogue of Product Backlog for risks), risk sprints (allocating 10–15% of sprint capacity to risk tasks), and risk retrospectives. It demonstrates how existing Agile artifacts can be adapted for risk management without increasing bureaucratic overhead. Practical tools are proposed: a format for risk tasks in Jira/Trello and a prioritization method based on WSJF. The article is intended for founders and managers of IT startups, as well as researchers in risk management and Agile development.

Keywords: risk management, Agile, IT startups, Risk Backlog, risk management integration, agile methodologies.

References

1. CB Insights. State of Venture 2024 Report [Electronic resource]. — New York, 2025. — Access mode: https://www.cbinsights.com/research/report/venture-trends-2024/ (accessed: June 25, 2026).
2. Startup Genome. The State of the Global Startup Ecosystem Report 2023 [Electronic resource]. — San Francisco, 2023. — Access mode: https://startupgenome.com/report/gser2023 (accessed: June 25, 2026).
3. Pisarev, A.V. Risk Management in Startups: From Idea to Exit. — Moscow: Yurait, 2023. — 314 p.
4. Tebekin, A.V., Tebekin, P.A. Potential and Limitations of Using Traditional Project Management Methodology in Modern Conditions // Journal of Management Studies. — 2018. — Vol. 4, No. 1. — Pp. 1–21.
5. Aksyonov, M.V. Theoretical Foundations and Systematization of Risks of IT Startups at Different Stages of the Life Cycle // Journal of Management Studies. — 2025. — No. 6. — Pp. 41–58.
6. Aksyonov, M.V. Development of a Dynamic Risk Management Framework for IT Startups // Journal of Management Studies. — 2026. — No. 3. — Pp. 13–32.
7. Todeschini, B.V. Risk Management from the Perspective of Startups // European Journal of Applied Business and Management. — 2017. — Vol. 3, No. 3. — Pp. 89–104.
8. Kaszuba-Perz A., Czyżewska M. Risk Management in Innovative Startups and the Role of Investors and Business Accelerators // Finance and Sustainability: Proceedings. — Springer, 2020. — P. 115–124.
9. Blank S. Startup: A Founder's Handbook. — Moscow: Alpina Publisher, 2020. — 606 p.
10. Ries E. Business from Scratch: The Lean Startup Method for Rapidly Testing Ideas and Choosing a Business Model. — Moscow: Alpina Publisher, 2019. — 256 p.
11. Ries E. The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. — New York: Currency, 2017. — 336 p.
12. Moore J.F. The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems. New York: Harper Business, 2019, 320 p.
13. Gompers, P.A., Lerner, J. The Venture Capital Cycle. Cambridge: MIT Press, 2004, 569 p.
14. Teece, D.J., Linden, G. Business models, value capture, and the digital enterprise. Journal of Organization Design, 2022, Vol. 6, Issue 1, pp. 8.
15. Tebekin, A.V. Evolution of project management methods: global experience and development prospects. Russian Entrepreneurship, 2017, Vol. 18, No. 24, pp. 3969–3994.

Управление информационными технологиями на малых туристических предприятиях в контексте концепции виртуальной организации

Арифуллин Марат Венерович
кандидат экономических наук, доцент, кафедра управления в международном бизнесе и индустрии туризма, Институт управления персоналом, социальных и бизнес-коммуникаций, Государственный университет управления, marifullin@yandex.ru,

Романов Алексей Александрович
кандидат исторических наук, доцент, доцент, кафедра управления в международном бизнесе и индустрии туризма, Институт управления персоналом, социальных и бизнес-коммуникаций, Государственный университет управления, alexei2017@yandex.ru,

Гулиев Азамат Юсуфович
кандидат экономических наук, доцент, доцент, кафедра управления в международном бизнесе и индустрии туризма, Института управления персоналом, социальных и бизнес-коммуникаций, Государственный университет управления, guliev@yandex.ru

Внедрение концепции виртуальной организации позволяет малым туристическим предприятиям оказывать эффективные туристические услуги без крупных инвестиций в информационные технологии. Традиционные системы управления информационными технологиями, такие как COBIT, ITIL и ISO изначально создавались для крупных организаций и для малого бизнеса практически не применимы. В этом исследовании предлагается структура управления информационными технологиями для МСП, работающих в рамках концепции виртуальной организации с использованием облачной среды. В эмпирической части исследования использовались полуструктурированные интервью с ИТ-руководителями из 15 МСП. Структура управления информационными технологиями для МСП была разработана по результатам интервью и охватывает пять направлений: стратегию, администрирование, технологии и инфраструктуру, снабжение и человеческие ресурсы. Также были предложены критерии оценки эффективности управления информационными технологиями.

Ключевые слова: малые и средние предприятия, туризм, управление информационными технологиями, виртуальная организация.

Информационные технологии (ИТ) играют важную роль в индустрии туризма и кардинально меняют его глобальную парадигму. Интернет является важнейшей составляющей ИТ, которая оказывает большое влияние на индустрию туризма и предоставляет множество инструментов для туристической деятельности, таких как компьютерные системы бронирования и глобальные системы дистрибуции. Организации, поставщики, потребители и другие стейкхолдеры также могут легко взаимодействовать друг с другом через Интернет. Информационные технологии изменили все процессы развития, менеджмента и маркетинга в такой высокоинформативной отрасли, как туризм [1, 2]. Малые и средние предприятия (МСП) в индустрии туризма должны внедрять информационные технологии в свои бизнес-процессы, чтобы добиться успеха и стабильности. МСП являются важным сегментом туристической индустрии, требующим внимания со стороны государства.

Туристические агентства играют ключевую роль в цепочке создания стоимости в туризме. Они напрямую взаимодействуют с туристами, сотрудничая при этом с другими участниками процесса, такими как туроператоры и принимающие стороны. Цифровизация меняет подход всех участников цепочки создания стоимости. Информация становится более доступной, при этом снижаются затраты [3]. Таким образом, туристические агентства в формате МСП могут конкурировать с крупными организациями, внедряя концепцию виртуальной организации (ВО) и используя потенциал таких инноваций, как электронная коммерция, социальные сети и облачные сервисы [4].

Модель виртуальной организации позволяет расширять возможности для бизнеса за счет сетевого взаимодействия и сотрудничества на основе технологий виртуальной коммуникации, таких как информационно-коммуникационные технологии, интернет и мобильные технологии [5]. Благодаря данной концепции туристические агентства в экосистеме «умного» туризма могут создавать совместные сервисы с привлечением различных поставщиков услуг для удовлетворения запросов и потребностей клиентов без крупных инвестиций в информационные технологии [6]. Благодаря особой характеристике виртуальной среды, которая позволяет обмениваться данными по сети, она расширяет возможности облачных сервисов, которые стали очень важной технологией для виртуальной среды [7]. Облачные сервисы — это новейшая тенденция в сфере информационных технологий, которая обеспечивает скорость, гибкость и инновационность за счет трех типов сервисов: частного облака, публичного облака и гибридного облака [8].Существуют три модели облачных вычислений: «инфраструктура как услуга» (IaaS), «платформа как услуга» (PaaS) и «программное обеспечение как услуга» (SaaS) [9]. МСП могут сократить свои расходы, оплачивая услуги облачных сервисов по мере необходимости [10].

Большинство МСП сталкиваются с такими проблемами, как вопросы безопасности, изменение бизнес-модели и совместимость существующей системы с облачной. Облачные вычисления сопряжены с рисками, связанными с развитием технологий, функциональностью, политическими, проектными, техническими и финансовыми аспектами [11].

Управление информационными технологиями требует тщательного изучения, как чрезвычайно важный процесс. Эффективное управление информационными технологиями позволяет оптимизировать инвестиции в соответствии с бизнес-стратегией и создавать ценность при приемлемом уровне риска. Эта ценность связана с культурой, организационной структурой, уровнем зрелости и стратегией [12, 13].

Традиционные системы управления информационными технологиями, такие как COBIT, ITIL и ISO/IEC, широко используются во всем мире [14]. Однако эти системы слишком громоздки, и их концепции сложны даже для крупных организаций. Пользователям приходится тратить много времени на изучение рекомендаций по внедрению этих систем и лучших практик на своих предприятиях. Система управления ИТ для крупной организации не может быть успешно адаптирована для небольших организаций из-за различий в экономической, культурной и управленческой среде. Кроме того, небольшие организации сталкиваются с такими проблемами, как наличие уникальной экосистемы, отсутствие практики управления, делегирование полномочий.

Исследования, посвященные управлению информационными технологиями, до сих пор не затрагивали компании, использующие концепцию виртуальной организации.

Малым и средним предприятиям в туризме нужна простая и неформальная система управления. Джоха и Янссен [15] адаптировали существующие системы управления ИТ для поддержки перехода на облачные сервисы. Они предложили модель управления облачными технологиями, которая включает в себя четыре направления: бизнес-процессы, менеджмент, технические аспекты и снабжение. Тем не менее, это исследование не охватывает все аспекты управления ИТ в компаниях, применяющих концепцию управления эффективностью, и в нём не хватает метода оценки зрелости управления ИТ.

Вопросы, на которые мы попытались ответить в рамках этого исследования:

1) Каковы особенности малых и средних туристических предприятий, внедривших концепцию ВО?

2) Какие элементы управления информационными технологиями характерны для таких предприятий?

Чтобы ответить на эти вопросы, мы изучили особенности ВО в сфере туризма на примере малых и средних предприятий, внедривших данную концепцию и предложили схему оценки зрелости управления информационными технологиями.

Управление ИТ можно определить как взаимодействие руководства, организационной структуры и процессов, которые обеспечивают поддержку и развитие бизнес-стратегии и достижение целей. Эффективное управление ИТ позволяет обеспечить соответствие целей предприятия, потребностей стейкхолдеров, условий и возможностей, задавая направление и контролируя эффективность и соблюдение требований в соответствии с этим направлением и целями. Также управление ИТ может быть представлено как процесс принятия решений, связанных с инвестициями в ИТ, в котором первоочередное внимание уделяется оптимизации этих инвестиций. В управление ИТ входят процедура принятия решений, распределение полномочий и ответственности, а также оценка и мониторинг результатов. Поскольку управление ИТ — это сочетание лидерских качеств, организационной структуры и процессов, которые не могут существовать по отдельности, ответственность за управление ИТ лежит не только на ИТ-менеджерах. В управлении ИТ также должно участвовать и высшее руководство.

Турагент является участником глобальной цепочки создания стоимости в туризме в качестве дистрибьютора, который напрямую взаимодействует с туристом. Развитие информационно-коммуникационных технологий позволяет туристическим агентствам, внедряя инновации, стать частью электронного туризма. Такие МСП, как туристические агентства, способны динамически взаимодействовать с клиентами, предоставлять исчерпывающую информацию и предлагать дополнительные услуги с помощью мощных ИКТ-приложений в сетевой среде.

Существуют различные определения виртуального предприятия в зависимости от области исследования. ВО можно определить как группу независимых поставщиков, клиентов и даже конкурентов, которые объединяются во временную сетевую организацию с помощью информационных технологий, чтобы разделить технологии, затраты и удовлетворить рыночный спрос. В данном исследовании под ВО понимается рабочий процесс по интеграции сотрудников, бизнес-процессов и ресурсов в сфере туризма.

Рассмотрим наиболее применяемые модели управления ИТ.

ISO/IEC 20000-1: 2011 — это стандарт системы управления услугами (Service Management System). Его требования касаются проектирования, перехода, предоставления и улучшения услуг в соответствии с согласованными требованиями заказчика и поставщика услуг.

ISO/IEC 27001 является стандартом для системы управления информационной безопасностью. Он позволяет выявлять риски и определять соответствующие меры контроля для их снижения. Организации могут создавать, внедрять, поддерживать и постоянно совершенствовать свои системы управления информационной безопасностью, следуя требованиям этого стандарта.

ISO/IEC 38500 (Корпоративное управление) — это концепция эффективного корпоративного управления ИТ, которая включает в себя три основные задачи: оценка текущего и будущего использования информационных технологий, управление их использованием для достижения целей организации, а также контроль соблюдения политик и выполнения планов. Система состоит из шести принципов: ответственность, стратегия, приобретение, эффективность, соответствие требованиям и поведение людей.

COBIT была разработана Ассоциацией по аудиту и контролю информационных систем (ISACA) в 1996 году. Последняя версия COBIT (COBIT5) основана на пяти принципах: удовлетворение потребностей заинтересованных сторон, сквозной охват предприятия, применение единой интегрированной структуры, обеспечение комплексного подхода и разделение управления и контроля. В COBIT5 процессы разделены на две области: управление и контроль. В области управления COBIT5 включает 37 целей контроля высокого уровня, которые охватывают 210 подробных пунктов. Остальные 32 цели управления высокого уровня сгруппированы по четырем направлениям: согласование, планирование и организация; создание, приобретение и внедрение; предоставление услуг и поддержка; мониторинг, оценка и поддержка. Каждая из 37 целей управления соответствует 210 более детальным целям.

ITIL — это общедоступная методология управления ИТ-услугами, которая обеспечивает основу для управления, контроля и регулирования ИТ. Последняя версия ITIL состоит из восьми книг: «Управление программными активами», «Поддержка сервисов», «Предоставление сервисов», «Управление безопасностью», «Управление приложениями», «Управление инфраструктурой ИКТ», «Взгляд на бизнес» и «Планирование внедрения управления сервисами».

Бин-Аббас и Бакри [16] предложили единый простой подход к оценке управления ИТ с точки зрения стратегии, технологий, организации, людей и окружающей среды. Несмотря на то, что управление знаниями было неотъемлемой частью этой концепции, в качестве циклического процесса совершенствования использовались принципы «шести сигм». Они также обеспечивали основные средства контроля управления информационными технологиями, которые позволяли выявлять сильные и слабые стороны управления ИТ в организациях.

Для эффективного перехода на облачные сервисы организации необходимы 16 возможностей управления ИТ, которые можно разделить на четыре группы. Бизнес-направление включает в себя поддержку пользователей, управление спросом, управление взаимоотношениями и облачную бизнес-стратегию и политику. Направление управления включает в себя управление ИТ-проектами и портфелем проектов, управление рисками и соблюдением нормативных требований, облачное лидерство и юридическую экспертизу. Направление снабжения включает в себя закупки в сфере ИТ и облачных технологий, финансовый контроль, управление услугами и контрактами. Техническое направление включает в себя управление безопасностью данных, архитектурное проектирование и стандарты, управление ИТ-сетями и управление жизненным циклом приложений.

Рикардо и Ромеро [17] предложили эталонную модель управления виртуальными экосистемами, состоящую из четырех элементов: участников, правил, механизмов и принципов. Этапы жизненного цикла виртуальной экосистемы включают в себя создание, эксплуатацию, развитие, ликвидацию и послепродажное обслуживание. На участников виртуальной экосистемы возложены обязанности как межорганизационные (например, брокер виртуальной экосистемы, координатор виртуальной экосистемы), так и внутриорганизационные (например, менеджер, инженер). Они также предложили, чтобы правила для малого и среднего бизнеса были простыми для понимания, соблюдения, поддержания и проверки.

Методология исследования

Основной целью данного исследования является изучение особенностей туристических малых и средних предприятий, внедривших концепцию ВО с использованием облачных технологий. Кроме того, целью исследования также является разработка системы управления ИТ для туристических МСП, внедривших концепцию ВО. На основе анализа литературы были выявлены проблемы, связанные с управлением ИТ в МСП. Для сбора качественных текстовых данных были проведены полуструктурированные интервью с руководителями ИТ-подразделений туристических МСП. Это исследование носит качественный характер, поскольку позволяет глубже изучить детали. Этот метод также обеспечивает баланс между гибкостью открытого интервью и целенаправленностью структурированного опроса. В сценарий интервью были включены вопросы о традиционных стандартах, таких как COBIT, ITIL и ISO. Вопросы касались актуальности облачных сервисов, рабочих процессов и того, как респонденты воспринимают роль ИТ-руководителя в обеспечении эффективности работы своих предприятий. В рамках этого исследования было проведено 15 интервью. Для исследования были отобраны 15 ИТ-менеджеров туристических агентств. Все они ведут свою деятельность в интернете и в среде облачных сервисов.

Результаты и обсуждение

Данные, полученные от туристических агентств как субъектов малого и среднего предпринимательства, внедривших концепцию ВО, показывают, что в цепочке создания стоимости можно выделить семь основных звеньев: туроператоры, специализирующиеся на въезде и выезде, транспортные компании, поставщики услуг размещения, экскурсионные бюро, дестинации и банки. Рабочий процесс в туристических

агентствах, внедривших концепцию виртуальной экосистемы, графически отображен на базе модели SIPOC [18] на рисунке 1, его алгоритм представлен на рисунке 2. Все процессы осуществляются с участием заинтересованных сторон через временную сеть, в частности в облаке. Эта технология позволяет предприятиям удовлетворять потребности туристов и вести бизнес с использованием ограниченных ресурсов.

На основе анализа традиционных концепций были сформулированы критерии соответствия бизнес-процессам, в которых применялась концепция виртуальной экосистемы на базе облачных технологий. Они легли в основу сценария интервью по пяти направлениям:

- Стратегия состоит из четырех взаимосвязанных аспектов: поддержка пользователей, контроль спроса со стороны пользователей, взаимоотношения с пользователями, а также облачная стратегия и политика.
- Администрирование включает в себя облачное лидерство, управление проектами, управление рисками, операционное управление и соблюдение правовых норм.
- Технологии и инфраструктура включают в себя управление безопасностью данных, стандарты инфраструктуры, управление ИТ и управление приложениями.
- Обеспечение включает в себя облачные закупки, финансовый контроль, развертывание сервисов и управление контрактами.
- Человеческий фактор — это управление персоналом и управление знаниями.

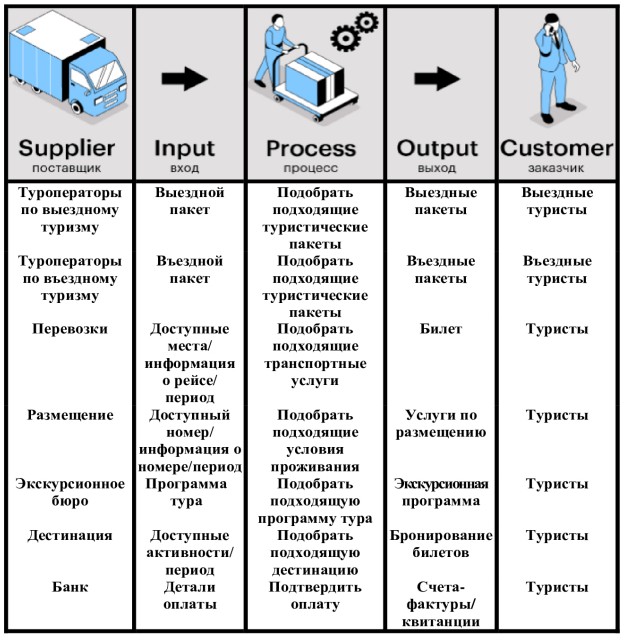


Рисунок 1 - Модель SIPOC для туристических МСП, внедривших концепцию ВО

Цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act) «планируй — делай — проверяй — действуй» [19] использовался для определения критериев в каждой области и составления контрольного списка для МСП. Все пять областей находятся в основе традиционных фреймворков (например, ISO, COBIT, ITIL).

Роли в каждой области управления были использованы в качестве ориентира для опроса респондентов о том, какой деятельностью они занимаются на своем предприятии. Ответ на каждый вопрос был закодирован как "Да" или "Нет", что указывало на то, воспринимается ли данная деятельность как важная роль ИТ-руководителя в МСП или нет, соответственно. Затем общее количество ответов "да" или "нет" было сведено в таблицу, пока каждый вопрос не достиг условия совпадения. Несмотря на то, что МСП высказались в пользу всех пяти областей управления ИТ, только некоторые из них получили конкретную поддержку для внедрения. Таким образом, была предложена структура управления ИТ с пятью областями управления в рамках цикла PDCA. Краткое изложение результатов приведено в таблице 1.

В рамках платформы был предложен контрольный список, в который были добавлены критерии для каждой области управления. При небольшом размере предприятия и централизованном принятии решений уровень зрелости должен быть простым. Оценка эффективности управления ИТ была разделена на три уровня: на уровне 1 формальные методы управления отсутствуют, на уровне 2 в некоторых подразделениях организации существуют некоторые формальные методы управления, и на уровне 3 существует формальный процесс управления ИТ, который объясняется персоналу и регулярно внедряется на предприятии.

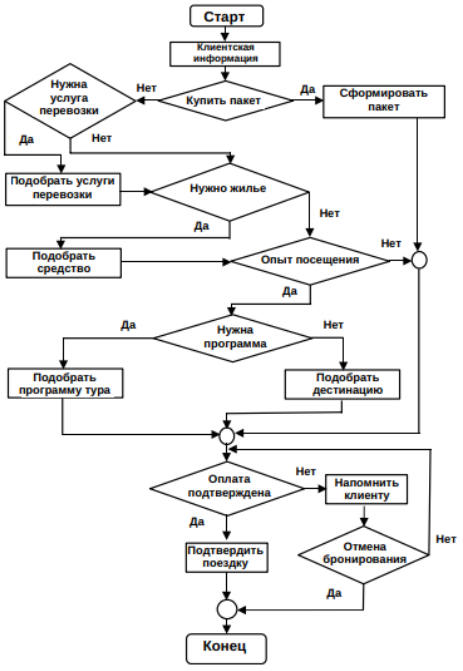


Рисунок 2 - Рабочий процесс туристических МСП, внедривших концепцию ВО

Таблица 1
Ответы респондентов о важности аспектов основных областей управления ИТ

Область управления	Аспекты	Уровень поддержки со стороны МСП
Стратегия	поддержка пользователей	0
	контроль спроса со стороны пользователей	0
	взаимоотношения с пользователями	15
	облачная стратегия и политика	0
Администрирование	облачное лидерство	0
	управление проектами	0
	управление рисками	9
	операционное управление	13
	соблюдение правовых норм	0
Технологии и инфраструктура	управление безопасностью данных	9
	стандарты инфраструктуры	0
	управление ИТ	15
	управление приложениями	0
Обеспечение	облачные закупки	0
	финансовый контроль	15
	развертывание сервисов	15
	управление контрактами	0
Человеческий фактор	управление персоналом	15
	управление знаниями	0

В стратегической области управления была поддержана только система управления взаимоотношениями, поскольку СМП полагаются на сеть для совместного использования ресурсов и ведения своего бизнеса, поэтому они подчеркивали важность управления взаимоотношениями как важнейшего вопроса, требующего регулирования. Чтобы решить эту проблему, виртуальные СМП должны учитывать требования к управлению и разрешению конфликтов между всеми сторонами в организации и в облаке.

В области администрирования поддерживаются два аспекта: управление рисками и оперативное управление. СМП осознают, насколько велики риски для небольшой организации, особенно в среде облачных вычислений. Плохой результат может сказаться на всей организации. Специалисты по управлению рисками должны придерживаться стратегии избегания рисков. СМП осознают, что они определенно выживут за счет использования информационных технологий. Так как ИТ-операции быстро меняются, МСП должны применять методы оперативного управления, чтобы и далее функционировать в нынешних и будущих ИТ-областях.

В области технологий и инфраструктуры было поддержано управление безопасностью данных, поскольку МСП понимают, что данные очень важны для их бизнеса. Без данных туристические МСП не могут

осуществлять свою деятельность, поэтому они хотели обеспечить безопасность всех данных для всех участников бизнес-процессов. Более того, МСП также поддержали ИТ-менеджмент. Они также упомянули ИТ-менеджмент как крайне необходимый аспект управления, поскольку он является важным фактором для работы с концепцией ВО, основанной на облачной среде.

В области поставок был поддержан финансовый контроль в сфере снабжения и развертывание служб. Поскольку у МСП бюджет и ресурсы ограничены, необходимо проводить мониторинг бюджета ИТ, чтобы убедиться, что он соответствует финансовым целям. Поскольку МСП стремятся получать совместные услуги от различных поставщиков, необходимо также рассмотреть вопрос о развертывании услуг и соглашениях об уровне обслуживания.

Поскольку СМП имеют небольшие масштабы, каждая должность очень важна для ведения бизнеса и достижения бизнес-целей. Управление персоналом было поддержано в качестве аспекта области человеческого фактора с учетом важности надлежащего качества ИТ-персонала и надлежащего выполнения обязанностей. Однако по-прежнему существуют некоторые аспекты управления ИТ, которые для СМП не имеют существенного значения (например, лидерство в облачных технологиях, соблюдение законодательства, управление приложениями и знаниями). Из-за особенностей СМП в индустрии туризма эти аспекты могут быть менее важными для их бизнеса. Однако, поскольку система является гибкой, ИТ-руководители могут при желании сосредоточиться на дополнительных критериях для укрепления своих предприятий.

Заключение

СМП могут оказывать эффективные туристические услуги без значительных инвестиций в ИТ, используя инновационную концепцию ВО, основанную на облачных технологиях. Большинство МСП используют облачные сервисы IaaS и SaaS. Поскольку МСП испытывают такие проблемы, как малый размер, недостаток практики управления и бюджетные ограничения, система управления ИТ для МСП должна быть простой и легко реализуемой с экономической точки зрения. Для управления ИТ в МСП, которые применили концепцию ВО, основанную на облачной среде, существует пять актуальных областей: стратегия, администрирование, технологии и инфраструктура, снабжение и человеческие ресурсы. Цикл PDCA используется в качестве схемы этапов управления ИТ.

Туристические МСП, использующие концепцию ВО, основанную на облачной среде, могут легко оценить эффективность управления своими ИТ и использовать эти результаты для улучшения работы. Эффективное управление позволит малому туристическому бизнесу минимизировать риски, повысить эффективность своей деятельности, завоевать больше доверия у клиентов и партнеров и приобрести устойчивость в индустрии туризма. Устойчивость таких предприятий поможет поддерживать экономику региона, где индустрия туризма является важным источником дохода.

Литература

1. Buhalis, D. Charting the progress of technology adoption in tourism and hospitality in the era of industry 4.0 //EuroMed Journal of Business. – 2024. – Vol. 19. – No. 1. – P. 1-20.
2. Платов, А. В. Трансформация бизнес-модели туристской деятельности при внедрении технологии блокчейна // Экономика. Профессия. Бизнес. – 2024. – № 1. – С. 54-63.
3. Luu, N. T. M. A bibliometric review of digitalization in tourism supply chains in the context of Industry 4.0 //Strategic Change. – 2025. – Vol. 34. – No. 4. – C. 577-595.
4. Prados-Castillo, J. F., Torrecilla-García, J. A., Liébana-Cabanillas F. Metaverse as a booster of tourism transformation towards virtual management strategies //Tourism Review. – 2025. –Vol. 80. – No. 8. – P. 1453-1472.
5. Shaitura, S. V. Virtual enterprises in a spatial economy //International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 7. – No. 6. – P. 719-724.
6. Marx S., Flynn S., Kylänen M. Digital transformation in tourism: Modes for continuing professional development in a virtual community of practice //Project Leadership and Society. – 2021. – Vol. 2. – P. 100034.
7. Garbelli, M. Temporary cooperation among local authorities to sustain the heritage promotion: the virtual enterprise model in tourism // Heritage, Tourism and Hospitality International Conference 2020. – 2020. – P. 259.
8. Sandu, N., Gide E. The economic benefits of cloud-based Ecommerce in Indian service small to medium businesses (SMBs) // Global Journal of Computer Sciences: Theory and Research. - 2019. - Vol. 9. - No. 1. - P. 021-031
9. Mathur, P. Cloud computing infrastructure, platforms, and software for scientific research // In: Ahmad, K.A., Hamid, N.A.W.A., Jawaid, M., Khan, T., Singh, B. (eds) High Performance Computing in Biomimetics. Series in BioEngineering. Springer, Singapore. – 2024. – P. 89-127.
10. Беккалиева, Н. К. Эффективное ценообразование облачных технологий в системе экономической безопасности компании //Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2019. – Т. 8. – №. 1 (26). – С. 83-85.
11. Холбоев, Б. М. Анализ организации и ключевые проблемы внедрения облачных технологий // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах: Сборник научных трудов 12-й Международной научно-практической конференции. В 3-х томах, Курск, Том 2. – 2023. – С. 351-354.
12. Ren, S. Optimization of enterprise financial management and decision-making systems based on big data //Journal of Mathematics. – 2022. – Vol. 2022. – No. 1. – P. 1708506.
13. Zhang, X., Xu, Y. Y., Ma L. Information technology investment and digital transformation: the roles of digital transformation strategy and top management //Business Process Management Journal. – 2023. – Vol. 29. – No. 2. – C. 528-549.
14. Auth, G. The evolution of IT management standards in digital transformation: Current status and research implications //Engineering the Transformation of the Enterprise: A Design Science Research Perspective. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – P. 301-318.
15. Joha, A., Janssen, M. Transformation to cloud services sourcing: Required IT governance capabilities// ICST Transactions on E-Business. – 2012. - Vol. 7–9. - No.1. – P. 1–12.
16. Bin-Abbas, H., Bakry, S. H. Assessment of IT governance in organizations: A simple integrated approach// Computers in Human Behavior. – 2014. - Vol.32. – P. 261–267
17. Ricardo, J. R. and Romero, D. A governance reference model for virtual enterprises//Working Conference on Virtual Enterprises, Springer, Berlin, Heidelberg, In eds. L. M. Camarinha-Matos and H. Afsarmanesh, International Federation for Information Processing (IFIP). - 2014. – P. 60–70.
18. Brown, C. Why and how to employ the SIPOC model //Journal of business continuity & emergency planning. – 2019. – Vol. 12. – No. 3. – P. 198-210.
19. Isniah, S. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues //Jurnal Sistem dan Manajemen Industri. – 2020. – Vol. 4. – No. 1. – P. 72-81.

Information technology management in small tourism enterprises in the context of the virtual organization concept

Arifullin M.V., Romanov A.A., Guliev A.Yu.
State University of Management

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The introduction of the virtual organization concept allows small tourism enterprises to provide effective travel services without major investments in information technology. Traditional information technology management systems such as COBIT, ITIL and ISO were originally created for large organizations and are practically not applicable for small businesses. This study suggests an information technology management framework for SMEs operating within the framework of a virtual organization concept using a cloud environment. The empirical part of the study used semi-structured interviews with IT managers from 15 SMEs. The information technology management structure for SMEs was developed based on the results of interviews and covers five areas: strategy, administration, technology and infrastructure, supply and human resources. Criteria for evaluating the effectiveness of information technology management were also proposed.

Keywords: small and medium-sized enterprises, tourism, information technology management, virtual organization.

References

1. Buhalis, D. Charting the progress of technology adoption in tourism and hospitality in the era of industry 4.0 //EuroMed Journal of Business. – 2024. – Vol. 19. – No. 1. – P. 1-20.
2. Platov, A.V. Transformation of the business model of tourism activities with the introduction of blockchain technology // Economy. Profession. Business. – 2024. – Vol. 1. – P. 54-63.
3. Luu, N. T. M. A bibliometric review of digitalization in tourism supply chains in the context of Industry 4.0 //Strategic Change. – 2025. – Vol. 34. – No. 4. – C. 577-595.
4. Prados-Castillo, J. F., Torrecilla-García, J. A., Liébana-Cabanillas F. Metaverse as a booster of tourism transformation towards virtual management strategies //Tourism Review. – 2025. –Vol. 80. – No. 8. – P. 1453-1472.
5. Shaitura, S. V. Virtual enterprises in a spatial economy //International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Vol. 7. – No. 6. – P. 719-724.
6. Marx S., Flynn S., Kylänen M. Digital transformation in tourism: Modes for continuing professional development in a virtual community of practice //Project Leadership and Society. – 2021. – Vol. 2. – P. 100034.
7. Garbelli, M. Temporary cooperation among local authorities to sustain the heritage promotion: the virtual enterprise model in tourism // Heritage, Tourism and Hospitality International Conference 2020. – 2020. – P. 259.

8. Sandu, N., Gide E. The economic benefits of cloud-based Ecommerce in Indian service small to medium businesses (SMBs) // Global Journal of Computer Sciences: Theory and Research. - 2019. - Vol. 9. - No. 1. - P. 021-031
9. Mathur, P. Cloud computing infrastructure, platforms, and software for scientific research // In: Ahmad, K.A., Hamid, N.A.W.A., Jawaid, M., Khan, T., Singh, B. (eds) High Performance Computing in Biomimetics. Series in BioEngineering. Springer, Singapore. – 2024. – P. 89-127.
10. 10. Bekkalieva, N. K. Effective pricing of cloud technologies in the company's economic security system //Azimuth of Scientific research: economics and Management. – 2019. – Vol. 8. – No. 1 (26). – P. 83-85.
11. Kholboev, B. M. Analysis of the Organization and Key Problems of Implementing Cloud Technologies // Modern Approaches to the Transformation of Concepts of State Regulation and Management in Socio-Economic Systems: Collection of Scientific Papers of the 12th International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes, Kursk, Volume 2. – 2023. – P. 351-354.
12. Ren, S. Optimization of enterprise financial management and decision-making systems based on big data //Journal of Mathematics. – 2022. – Vol. 2022. – No. 1. – P. 1708506.
13. Zhang, X., Xu, Y. Y., Ma L. Information technology investment and digital transformation: the roles of digital transformation strategy and top management //Business Process Management Journal. – 2023. – Vol. 29. – No. 2. – C. 528-549.
14. Auth, G. The evolution of IT management standards in digital transformation: Current status and research implications //Engineering the Transformation of the Enterprise: A Design Science Research Perspective. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – P. 301-318.
15. Joha, A., Janssen, M. Transformation to cloud services sourcing: Required IT governance capabilities// ICST Transactions on E-Business. – 2012. - Vol. 7–9. - No.1. – P. 1–12.
16. Bin-Abbas, H., Bakry, S. H. Assessment of IT governance in organizations: A simple integrated approach// Computers in Human Behavior. – 2014. - Vol.32. – P. 261–267
17. Ricardo, J. R. and Romero, D. A governance reference model for virtual enterprises//Working Conference on Virtual Enterprises, Springer, Berlin, Heidelberg, In eds. L. M. Camarinha-Matos and H. Afsarmanesh, International Federation for Information Processing (IFIP). - 2014. – P. 60–70.
18. Brown, C. Why and how to employ the SIPOC model //Journal of business continuity & emergency planning. – 2019. – Vol. 12. – No. 3. – P. 198-210.
19. Isniah, S. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues //Jurnal Sistem dan Manajemen Industri. – 2020. – Vol. 4. – No. 1. – P. 72-81.

Опережающая стандартизация и ее влияние на устойчивость показателей качества продукции

Ахаев Алмаз Кайратович
аспирант, кафедра логистики и транспортно-технологических систем, Государственный университет управления, Almaz7777-13@mail.ru

В реалиях стремительного сжатия жизненного цикла наукоемких товаров традиционная (реактивная) модель технического нормотворчества демонстрирует очевидную неэффективность. По существу, возникает острый институциональный разрыв. С одной стороны, современная экономика требует немедленного коммерческого освоения передовых технологий. С другой, запаздывающая измерительная база закономерно провоцирует нестабильность эксплуатационных свойств и скачкообразный рост внешнего брака. Как представляется, именно из-за указанного концептуального противоречия между скоростью инженерного обновления и инерцией регуляторной среды формируется ключевой барьер для высокотехнологичных отраслей. Цель исследования заключается в анализе механизмов опережающей стандартизации, а также в оценке их воздействия на устойчивость качественных параметров выпускаемой продукции. В ходе работы отмечено, что заблаговременная фиксация требований на стадии виртуального прототипирования весомо снижает дисперсию функциональных характеристик готового продукта. Автор приходит к выводу, что ранняя интеграция предварительных регламентов (в частности, ПНСТ) непосредственно в базовую архитектуру сводит к минимуму так называемый технологический долг корпораций. Авторский вклад состоит в систематизации макроэкономических эффектов проактивного нормотворчества и разработке прикладного управленческого фреймворка «стандартизационного форсайта». Предложенный организационный инструментарий поможет трансформировать внутреннюю сертификационную деятельность предприятий из фискально-надзорной в стратегически-планирующую.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, инновационный менеджмент, опережающая стандартизация, предварительный национальный стандарт, технологический долг, управление качеством, устойчивость показателей.

Введение

На фоне непрерывно ускоряющегося научно-технического прогресса привычные механизмы технического регулирования демонстрируют ощутимую неэффективность. По существу, реактивная модель разработки нормативной документации, при которой правила лишь фиксируют уже сложившиеся производственные практики, неизбежно приводит к отставанию регуляторной базы от реалий рынка. В увязке с этим отметим, что возникает стойкий регуляторный разрыв. Обозначенный феномен весьма негативно сказывается на стабильности характеристик инновационных изделий. Особенно это проявляется на начальных этапах коммерциализации, когда потребительские свойства еще не прошли длительную проверку временем. Как представляется, именно на указанной стадии производители сталкиваются с наибольшим риском критических отказов. Ситуация осложняется еще и тем, что отсутствие единой метрологической и терминологической базы провоцирует выпуск фрагментированных, слабо совместимых решений. Страдает конечный потребитель.

Между тем, современная экономика требует принципиально иных подходов к обеспечению надежности. Здесь на передний план выходит концепция опережающей стандартизации. Речь идет о процессе разработки строгих требований к объектам, которые еще не запущены в серийное производство, но имеют четкую перспективу массового внедрения. По-видимому, именно этот организационно-технический инструмент становится ключевым фактором управления рисками. В отличие от предыдущих подходов, которые строго ориентированы на фиксацию статус-кво, проактивное нормотворчество задает вектор развития целых отраслей. Благодаря ему формируется прочный технический «каркас» до того, как на рынке успеют закрепиться слабо проработанные инженерные решения. Инновации получают русло для развития.

Разумно предположить, что устойчивость параметров выпускаемых систем напрямую коррелирует со временем утверждения профильных регламентов. Если норматив вводится на ранних стадиях создания проекта, разработчики изначально планируют архитектуру с учетом строгих метрик отказоустойчивости. Одновременно с этим заметно снижается вероятность возникновения так называемого технологического долга. Субъектам хозяйствования больше не приходится тратить существенные финансовые ресурсы на перестройку конвейеров либо на переписывание программного кода под внезапно утвержденные государственные акты. Прогнозирование будущих требований позволяет закладывать надежность на самом фундаментальном уровне.

Значимость обращения к теме статьи продиктована острой потребностью в переосмыслении роли нормирования. Существуют и сугубо практические вызовы, которые стоят перед индустриальным сектором по состоянию на середину 2026 г. Вектор глобальной конкуренции сместился. Он ушел из плоскости ценового демпинга в область гарантированной безотказности сложных технических комплексов.

Материалы и методы исследования

Теоретическая база представленного изыскания опирается на постулаты современной экономики качества. Примечательно, что устойчивость показателей рассматривается в данном контексте не как статичная неизменность свойств. Скорее, это способность готового изделия сохранять заданные параметры в условиях варьирующихся внешних воздействий на протяжении всего расчетного срока службы. Очевидно, достижение подобной стабильности немыслимо без опоры на твердые измерительные ориентиры. База должна быть фундаментальной.

В ходе работы использованы методы сравнения, синтеза, контент-анализа источников, обобщения.

Результаты и обсуждение

Исторически идея заблаговременного нормирования не является абсолютно новой. Ее концептуальные контуры прослеживаются еще в советской инженерной школе, в частности, в основополагающем документе, которым регламентировались методы оптимизации параметров объектов путем установления требований на перспективный срок действия (ГОСТ 18.301-76 Количественные методы оптимизации параметров объектов стандартизации). Посредством упомянутого документа четко определялось, что обязательными признаками такого подхода являются наличие оптимального времени упреждения и направленность исследований на выявление звеньев производственной цепи, наиболее

чувствительных к изменению входных характеристик. Между тем, в эпоху Индустрии 4.0 эта концепция приобрела иное, более глубокое звучание. Если раньше речь шла о прогнозировании физических допусков для механических деталей, то сегодня объектами служат алгоритмы, нейронные сети, протоколы обмена данными. Вероятно, именно цифровизация потребовала перехода от линейного прогнозирования к сценарному математическому моделированию [1, 4, 9].

Как отмечает В.А. Солдатов, термин «опережающая стандартизация» не является новым. «Впервые он появился в нашей стране в конце 1960-х гг., когда возникла необходимость координировать работу многих предприятий и научных институтов, связанных в производственные цепочки. Под опережающей стандартизацией понимали создание стандартов с перспективными показателями, то есть, с показателями, на которые предстоит перейти. Это дало возможность заблаговременно начинать соответствующую подготовку, работу на перспективу» [7].

На основании отмеченного подчеркнем, что традиционный (отстающий) цикл принятия регламентов занимает в среднем от трех до пяти лет. За этот промежуток времени поколения микроэлектроники или программного обеспечения успевают смениться дважды, а то и трижды. В сопоставлении с более ранними подходами, современная проактивная разработка требований опирается на сложный технологический форсайт. Экспертные комитеты детально моделируют ожидаемые функции систем. Они заблаговременно фиксируют базовые рамки их совместимости, а также алгоритмы контрольных испытаний. Это требует отлаженной междисциплинарной синергии инженеров, экономистов, юристов. Процесс становится непрерывным.

Вследствие этого подытожим, что опережающее техническое регулирование выполняет функцию своеобразного «системного предохранителя». Оно защищает развивающиеся рынки от хаотичной фрагментации. Когда вендоры выводят на обозрение концептуально новые аппаратно-программные комплексы, отсутствие единой системы координат быстро провоцирует появление десятков несовместимых экосистем. Впрочем, проблема интероперабельности – лишь первый симптом. Гораздо большую угрозу для конечного потребителя представляет скрытая деградация свойств товара, которая обусловливается полным отсутствием легитимных методов оценки его долговечности в новых условиях эксплуатации [2, 3, 8].

Оценка рентабельности применения проактивных мер базируется на принципах сопоставления затрат. В текущих экономических реалиях хозрасчетный эффект складывается не столько из удешевления сырьевой базы. В первую очередь, он формируется из существенного снижения издержек на гарантийное обслуживание, отзывные кампании, устранение системных уязвимостей. В рамках модели предполагается расчет коэффициента эффективности как отношения предотвращенного ущерба к инвестициям в R&D-подразделения по нормотворчеству.

С целью верификации обозначенного тезиса обратимся к масштабным макроэкономическим исследованиям, где оценивается действительное влияние стандартов на экономику государств. По данным Немецкого института по стандартизации (DIN), экономические выгоды от внедрения стандартов в Германии стабильно оцениваются в величину, равную примерно 1% от ВВП страны. И это в абсолютном выражении составляет порядка 17 миллиардов евро ежегодно [10]. В дополнение к отмеченному, аналитики института прямо указывают, что стандартизация служит важнейшим «ускорителем» инноваций, определяя заблаговременные требования к совместимости для новых технологических сфер, в частности, электромобильности и «умных городов» [10]. Этим подтверждается гипотеза о том, что проактивная выработка правил игры снижает технические барьеры.

В свою очередь, в комплексном отчете Британского института стандартов (BSI) отмечено, что внедрение единых рамок предстает мощным фактором снижения операционных рисков и издержек для компаний [11]. Практика производственного менеджмента показывает, что отсутствие опережающих стандартов ведет к недопустимо высокому проценту дефектов. Отраслевые исследования процессов контроля качества содержат информацию о том, что внедрение жестких стандартов производственного контроля способно весомо изменить показатели надежности. Грамотно выстроенная система, которая опирается на четкие нормативы, помогает снизить долю внешнего брака продукции с 5% до 1% (то есть, в пять раз), а также уменьшить последующие затраты на гарантийное обслуживание на 60-80% [6]. Применительно к опережающей стандартизации этот эффект масштабируется. Разработчик не борется с последствиями, а изначально исключает сбои на уровне базовой архитектуры.

В таблице 1 систематизированы сведения о различиях в подходах, опираясь на качественные операционные метрики.

Таблица 1

Сравнительный анализ реактивной и опережающей моделей стандартизации по ключевым метрикам

Параметр	Стандартизация	
	Реактивная	Опережающая
Период создания документации	Этап серийного выпуска, начало насыщения рынка	Фаза НИОКР, виртуальное прототипирование, пилотное тестирование
Уровень технологического долга	Высокий (постоянная потребность в модификации процессов под новые акты)	Минимальный (изначальное соответствие будущим регуляторным критериям)
Воздействие на уровень брака	Дефекты обнаруживаются и устраняются на поздних стадиях коммерческого оборота	Превентивное купирование системных ошибок на этапе конструирования
Подход к интероперабельности	Интеграция сильно затруднена из-за сложившихся корпоративных стандартов	Совместимость задается базово через унифицированные интерфейсы
Устойчивость свойств изделия	Подвержена флуктуациям при смене поколений компонентной базы	Высокая степень стабильности за счет ранней фиксации расчетных параметров

(составлено на основе [1-3, 6, 10, 11])

С помощью анализа конкретных индустриальных сегментов можно показать высокую практическую пригодность проактивных подходов. Обратим внимание на сектор промышленного интернета вещей (IIoT). В Российской Федерации профильный технический комитет ТК 194 «Кибер-физические системы» вел масштабную работу по формированию требований к протоколам обмена данными задолго до того, как «умные заводы» стали повсеместной реальностью. Результатом явились предварительные национальные стандарты, такие, как документ, которым регламентируется типовая архитектура коммуникаций (ПНСТ 420-2020 Информационные технологии. Интернет вещей. Типовая архитектура) [5].

Использование формата предварительных национальных стандартов (ПНСТ) само по себе является мощным процессуальным инструментом опережающего регулирования. Оно дает возможность легитимно «обкатать» требования на практике сроком до трех лет перед переводом их в статус полноценного ГОСТ Р. Те инженерные команды, которые строили собственные аппаратные платформы с жесткой ориентацией на эти предварительные документы, сумели обеспечить высокую эксплуатационную надежность сенсорных сетей. Напротив, предприятия, проигнорировавшие этот тренд и работавшие по изолированным внутренним техническим условиям (ТУ), неизбежно столкнулись с вариативностью качества передачи данных. Это оказалось критичным для реализации задач автоматизированного управления производством [1-3, 8].

В таблице 2 демонстрируется измеримое влияние рассматриваемых процессов на показатели экономической эффективности, зафиксированные в упомянутых ранее исследованиях и аналитических отчетах.

Таблица 2

Влияние внедрения стандартизации на макроэкономические и качественные показатели (составлено на основе [5, 6, 10, 11])

Оцениваемая характеристика	Значимость; зафиксированный эффект	Источник статистических данных
Вклад стандартов в ВВП государства	Формирование порядка 1% от национального ВВП	Аналитический отчет DIN о макроэкономическом влиянии (Германия)
Снижение доли внешнего производственного брака	Сокращение уровня дефектности с 5% до 1%	Аналитика процессов контроля качества (Inner, 2025)
Уменьшение затрат на гарантийное обслуживание	Снижение операционных расходов на 60-80%	Исследования процессов управления браком
Финансовый эффект на национальном уровне	Генерация около 17 млрд евро ежегодно	Данные Немецкого института по стандартизации (DIN)
Улучшение взаимодействия с рынком	Повышение лояльности потребителей на 25-40%	Данные внедрения аудита качества на производстве

Устойчивость показателей готовой продукции прямо пропорциональна степени вовлеченности организации в процессы нормотворческой работы на самых ранних стадиях. Снижение издержек достигается за счет широкого использования верифицированных узлов и серьезного сокращения времени на последующее согласование технической документации.

Исходя из представленного массива данных и метрик, можно обоснованно утверждать, что традиционные подходы к корпоративному управлению качеством нуждаются в структурной модернизации. В целях разрешения острой проблемы нестабильности функциональных свойств новых товаров предлагается внедрить на уровне компаний модель «стандартизационного форсайта». Данные рекомендации призваны свести к минимуму репутационные и финансовые потери бизнеса. Назначение предлагаемых мер – плотная синхронизация внутренних НИОКР с буду-

щей регуляторной средой. Новизна подхода проявляется в принципиальной смене восприятия стандартов: из надзорного ограничителя они превращаются в полноценный инструмент стратегического бизнес-планирования.

Так, рекомендуется создавать в структуре наукоемких производств выделенные подразделения по техническому регулированию. Их первостепенной задачей станет непрерывный мониторинг активности профильных комитетов и деятельное участие в публичных обсуждениях проектов актов. Это поможет хозяйствующим субъектам закрыть проблему запаздывания документации, поскольку бизнес получит возможность легитимно влиять на формирующиеся нормативы.

Целесообразно интегрировать математические метрики разрабатываемых (еще не утвержденных окончательно) регламентов в цифровые двойники изделий. Делать это следует на самых ранних этапах виртуального прототипирования. Разумно предположить, что симуляция работы оборудования в условиях будущих, более жестких рамок, сформирует необходимый запас прочности. Это гарантированно обеспечит эталонную стабильность свойств при реальной полевой эксплуатации. Благодаря этому предложению эффективно нивелируется риск того, что перспективный товар потеряет легальный статус сразу после публикации нового акта.

В дополнение к отмеченному, высокотехнологичным компаниям следует активно использовать институт предварительных национальных стандартов (ПНСТ) не только как руководство к действию, но и как полигон для «обкатки» собственных инженерных гипотез. Передача данных об успешности имплементации этих норм обратно в регулирующие органы содействует формированию адекватной итоговой документации. В итоге устраняются излишние административные барьеры еще до их официального утверждения государством.

Заключение

Опережающая стандартизация уверенно трансформировалась. Из узкоспециализированного, сугубо инженерного инструмента технического нормирования она превратилась в мощную движущую силу обеспечения долгосрочной конкурентоспособности на глобальных наукоемких рынках. В ходе представленной работы было аргументировано, что устойчивость показателей качества инновационной продукции принципиально не может рассматриваться изолированно от хронологии формирования профильной регламентирующей базы. Инженерия неотделима от права. В увязке с этим резюмируем, что заблаговременное внедрение гармонизированных требований в процессы проектирования напрямую детерминирует стабильность будущих эксплуатационных характеристик. Этот проактивный шаг сводит к минимуму опасную дисперсию функциональных параметров. Благодаря ему весомо снижается вероятность проявления системных сбоев на этапе активной рыночной коммерциализации.

Продемонстрированные причинно-следственные связи четко указывают на один непреложный экономический факт. Субъекты, которые осознанно интегрируют проактивные методологии в свои бизнес-стратегии, получают серьезное преимущество на ранке. Им не требуется расходовать дефицитные бюджеты на очень болезненную адаптацию уже запущенных производственных линий к неожиданно изменившимся юридическим условиям.

Анализ, опирающийся на объективные данные ведущих институтов стандартизации (DIN и BSI), а также на реальную статистику процессов управления качеством, объективно свидетельствует о серьезном отрыве предприятий-инноваторов. Те субъекты хозяйствования, которые действуют в парадигме запаздывающего регулирования, неизбежно теряют маржинальность. Игнорирование регуляторных трендов неминуемо ведет к технологической маргинализации продукта.

По существу, сформулированный в статье инструментарий «стандартизационного форсайта» может быть легко инкорпорирован в корпоративные политики систем менеджмента. Это особенно актуально для промышленных холдингов, софтверных разработчиков, инжиниринговых организаций. Практическое применение предложенных автором алгоритмов поможет бизнесу существенно сократить издержки на позднюю сертификацию и бесконечную доработку. Вдобавок, выводы из публикации послужат методологической опорой для последующих научных поисков.

Перспективным вектором будущих изысканий, по-видимому, станет изучение влияния проактивного нормотворчества на соблюдение экологических критериев в рамках концепции устойчивого развития и циклической экономики. Формирование передовой регуляторной среды выступает в качестве базиса для создания надежных технологических комплексов завтрашнего дня. Именно это делает развитие теории опережающей стандартизации первостепенной задачей современной экономической и управленческой науки.

Литература

1. Бабенко Е.В., Бушина Ф., Тихомирова В.Д. Инновационное развитие и цифровая трансформация промышленности и социальной сферы на основе опережающей стандартизации // Инновации в менеджменте. – 2025. – № 4 (46). – С. 70-78.
2. Куприков Н.М., Доронин Д.О., Екимов А.И., Куприкова Е.М., Серов Ю.А. Безопасность деятельности в арктике: внедрение механизмов опережающей стандартизации // Компетентность. – 2021. – № 2. – С. 49-53.
3. Макиева А. Опережающая стандартизация как важнейший инструмент технологического суверенитета // Стандарты и качество. – 2023. – № 12. – С. 12-17.
4. Миронов Д.Е., Позднеев Б.М., Севницкий С.А., Бабенко Е.В., Чуранов В.С. Цифровая трансформация станкоинструментальной промышленности в аспекте развития опережающей стандартизации // Станкоинструмент. – 2025. – № 2 (39). – С. 84-88.
5. ПНСТ 420-2020 Информационные технологии. Интернет вещей промышленный. Типовая архитектура // URL: https://allgosts.ru/35/110/pnst_420-2020 (дата обращения: 28.07.2026).
6. Почему брак обнаруживается только у заказчика: пропущенный контроль качества // URL: https://inner.su/articles/pochemu-brak-obnaruzhivaetsya-tolko-u-zakazchika-propushchennyy-kontrol-kachestva-2025
7. Солдатов В.А. Применение принципов и подходов менеджмента инноваций при развитии опережающей стандартизации в эпоху становления Индустрии 4.0 // Качество и жизнь. – 2022. – № 1 (33). – С. 2-10.
8. Солдатов В.А. Работа на опережение. стандарты как носители инноваций // Контроль качества продукции. – 2023. – № 10. – С. 11-13.
9. Юркевич Е.В., Позднеев Б.М. Опережающая стандартизация как управленческая парадигма цифрового производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 5 (86). – С. 4-11.
10. An introduction to standardization – DIN // URL: https://www.din.de/resource/blob/195038/64b75612aae6d6e7341e815becadb5d9/an-introduction-to-standardization-data.pdf (дата обращения: 28.07.2026).
11. The contribution of standards to the UK economy – BSI // URL: https://www.bsigroup.com/siteassets/pdf/en/about-us/bsi-the-economic-contribution-of-standards-to-the-uk-economy-uk-en.pdf

Proactive standardization and its impact on the stability of product quality indicators

Akhaev A.K.
State University of Management

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In the realities of the rapid shortening of the life cycle of high-tech goods, the traditional (reactive) model of technical rule-making demonstrates obvious inefficiency. In essence, an acute institutional gap arises. On the one hand, the modern economy requires immediate commercial development of advanced technologies. On the other hand, the lagging measurement base naturally provokes instability of operational properties and a sharp increase in external defects. It seems that it is precisely because of this conceptual contradiction between the speed of engineering renewal and the inertia of the regulatory environment that a key barrier for high-tech industries is formed. The aim of the study is to analyze the mechanisms of proactive standardization, as well as to assess their impact on the stability of quality parameters of manufactured products. In the course of the work, it is noted that the advance fixation of requirements at the stage of virtual prototyping significantly reduces the variance of the functional characteristics of the finished product. The author concludes that the early integration of preliminary regulations (in particular, PNST) directly into the basic architecture minimizes the so-called technological debt of corporations. The author's contribution consists of systematizing the macroeconomic effects of proactive rule-making and developing an applied management framework for "standardization foresight." The proposed organizational toolkit will help transform the internal certification activities of enterprises from fiscal-supervisory into strategically planning ones.

Keywords: Industry 4.0, innovation management, proactive standardization, preliminary national standard, technological debt, quality management, stability of indicators.

References

1. Babenko E.V., Bushina F., Tikhomirova V.D. Innovative development and digital transformation of industry and the social sphere based on proactive standardization // Innovations in Management. – 2025. – No. 4 (46). – Pp. 70-78.
2. Kuprikov N.M., Doronin D.O., Ekimov A.I., Kuprikova E.M., Serov Yu.A. Safety of activities in the Arctic: implementation of proactive standardization mechanisms // Competence. – 2021. – No. 2. – Pp. 49-53.
3. Makieva A. Proactive standardization as the most important tool for technological sovereignty // Standards and Quality. – 2023. – No. 12. – Pp. 12-17.
4. Mironov D.E., Pozdneev B.M., Sevnitsky S.A., Babenko E.V., Churanov V.S. Digital transformation of the machine-tool industry in the aspect of development of proactive standardization // Machine Tools. – 2025. – No. 2 (39). – Pp. 84-88.
5. PNST 420-2020 Information technologies. Industrial Internet of Things. Reference architecture // URL: https://allgosts.ru/35/110/pnst_420-2020 (accessed: 07/28/2026).
6. Why defects are detected only at the customer: missed quality control // URL: https://inner.su/articles/pochemu-brak-obnaruzhivaetsya-tolko-u-zakazchika-propushchennyy-kontrol-kachestva-2025 (accessed: 07/28/2026).
7. Soldatov V.A. Application of principles and approaches of innovation management in the development of proactive standardization during the formation of Industry 4.0 // Quality and Life. – 2022. – No. 1 (33). – Pp. 2-10.

Противоречия между задачами трансформации бизнес-процессов и действующими моделями управления трудом

Безуглый Александр Олегович
аспирант, Омский государственный институт им. Ф.М. Достоевского, sashabezuglyy@gmail.com

В условиях усиления конкуренции компании вынуждены проводить проекты трансформации, сущность которых может вступать в противоречие с действующими моделями управления трудом. Данная работа предлагает типологию противоречий, которые могут возникнуть в этом случае. Цель исследования состоит в определении потенциальных противоречий, которые могут возникать при трансформации бизнес-процессов с моделями, ориентированными на поддержание операционной деятельности компании и выполнении текущих задач. На основании анализа существующей научной литературы определены три ключевых противоречия: финансовое, ресурсное и личностное. Финансовое противоречие заключается в отложенном эффекте от трансформации процессов, притом, что расходы должны быть понесены в процессе трансформации, финансовое противоречие становится особенно актуально при высокой стоимости финансирования. Ресурсное противоречие возникает из-за дополнительных трудозатрат, возникающих в процессе трансформации. Личностное противоречие обусловлено психологическими факторами: сопротивление изменениям и страх. Для преодоления противоречий, возникающей при трансформации, требуется изменения ответственности, грамотного перераспределения ресурсов и учета поведенческих аспектов работников, которых затрагивают изменения. В качестве одного из подходов к разрешению противоречий может выступать организационная амбидекстрия, которая позволит балансировать между эксплуатацией существующих процессов и трансформации. Практическая значимость работы состоит в возможности применения классификации для качественной диагностики готовности компании к изменениям и снижения рисков. Результаты в виде перечня и краткой характеристики сущности противоречий могут быть полезны руководителям проектов и менеджменту при планировании трансформации.

Ключевые слова: бизнес-процессы, экономическая эффективность, трансформация, менеджмент, планирование, финансы.

Введение

Трансформация бизнес-процессов – один из инструментов улучшения результатов деятельности организации. Трансформация может влиять на время, качество, себестоимость или гибкость выполняемых процессов. В свою очередь, аспекты, на которые влияет трансформация ценны тогда, когда достигается экономический эффект. Действующие модели управления трудом сформированы для стабильного воспроизведения повторяющихся операций, могут обеспечивать предсказуемость, контроль и воспроизводимость, но эти достоинства могут превращаться в ограничения, когда требуется переосмысление всего процесса целиком, из чего следует процессный и межфункциональный характер. В процессе могут быть пересмотрены границы ответственности и распределение ресурсов.

Контекст операционной деятельности может быть определен как использование того, что компаниям уже известно. Фирмы работают в рамках устоявшихся схем решения однотипных проблем, которые характеризуются низкой неопределенностью и высокой вероятностью успеха (Yan Chen, 2017). В контексте операционной деятельности наиболее важными факторами для работников организации являются самостоятельность в организации и выполнении работы, ясные требования к работе, удовлетворенность работой (de Menezes L. M., et al 2023)

Контекст трансформации характеризуется исследованием новых способов ведения бизнеса, принимается предпосылка, что фирма не достигла оптимальных показателей эффективности, при этом компания не располагает полной информацией обо всех возможностях (Yan Chen, 2017). В контексте проектов трансформации со стороны основных заинтересованных сторон проекта выделяются несколько групп факторов успеха: четко определенные цели проекта, стратегические выгоды, компетенции руководителя проекта, поддержка руководства, удовлетворенность заинтересованных сторон, сотрудничество между участниками, сроки, бюджет, качество готового продукта (Davis K, 2017).

На практике значительная часть проектов трансформации сталкивается со сложностями технологического, структурного, процессного и культурного характера Prasanta Kumar Dey (1998). Трансформация редко приносит немедленную пользу, и компании могут отказаться от трансформации пытаясь избежать неудач (Yan Chen, 2017). Цель данной работы состоит в определении и описании противоречий между задачами трансформации и существующими моделями организации труда. В данной работе под противоречиями понимаются несогласованность внутренних элементов системы друг другу или внешней среде (Smith W. 2011).

Для бизнеса выявление противоречий позволяет предвидеть потенциальные сложности в проектах и заблаговременно предпринять меры по сокращению рисков для проектов и уменьшить риск неэффективных инвестиций в изменения. Для руководителей и команд трансформации выявление противоречий может быть использовано как инструмент диагностики текущей ситуации и определения зон первоочередного внимания.

Для исследований противоречий использовались источники из научной литературы, связанные с организационными изменениями, цифровизацией и управлением бизнес-процессами. Рассмотрены исследования о сопротивлении работников. Эти источники позволяют определить противоречия между задачами трансформации и действующими моделями управления трудом.

На основе этого была разработана классификация противоречий (рис. 1), которые описываются далее.

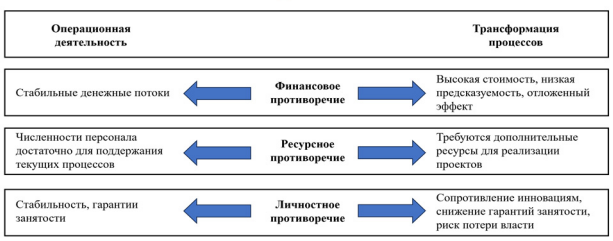


Рисунок 1. Ключевые противоречия и их краткая характеристика

Остановимся кратко на сущности этих противоречий.

Финансовое противоречие

В контексте операционной деятельности существуют различные подходы к планированию денежных потоков компании, благодаря которым удается прогнозировать поступления и выплаты, однако, в контексте трансформации бизнес-процессов проекты могут быть как дорогостоящими, так и непредсказуемыми. Более того, эффект на эффективность компании от трансформации может проявляться не сразу, как было продемонстрировано в исследовании (Zhang L, 2012): значительный эффект от внедрения ERP-системы был обнаружен только на четвертый год после трансформации, что может оказаться критичным особенно в условиях высоких стоимости привлечения капитала и рисков.

Необходимость разрешения данного противоречия заключается в поиске источников финансирования как необходимого элемента реализации проектов трансформации.

Ресурсное противоречие

Модели для управления трудом могут оптимизировать численность персонала для поддержания работы текущих процессов, не оставляя достаточных ресурсов для реализации проектов. При нормировании численности используются оценочные методы, методы верхнеуровневой статистики и методы наблюдения (Долженко, 2025). Экспертные оценки руководителями, фотографии рабочего дня (моментные наблюдения или хронометраж), отраслевые нормы или нормы, основанные на сравнении численности с другими компаниями могут не включать в себя запас трудозатрат, необходимый для участия части работников в проектах трансформации процессов. Более того, некоторые компании при расчете целевой численности допускают переработки в пиковые месяцы, так как покрытие переработок обходится дешевле, чем удержание высокого штата (Earley S., 2001). При этом, во время фазы внедрения запуск в эксплуатацию может приводить к серьезным сбоям в работе, что дополнительно снижает эффективность (Ross J. W., 2000).

Необходимость разрешения этого противоречия заключается в том, чтобы функционал мог быть выполнен доступными трудозатратами работников, например, путем усиления выделенными командами, аутстаффингу или аутсорсингу части задач. В ином случае увеличение трудозатрат может стать дополнительным источником сопротивления изменениям.

Личностное противоречие и сопротивление изменениям

Контекст операционной деятельности характеризуется отсутствием значимых изменений.

В контексте трансформации процессов со стороны работников может возникать сопротивление инновациям, которое является одной из основных причин провала инноваций на рынке (Talke, 2014). Потенциальными источниками сопротивления являются «отсутствие участия работников в процессе принятия решений» (рутинная работа будет активно автоматизируется в проектах цифровой трансформации, Васильев, 2020) и «снижение гарантий занятости» (Ito, 2021). Сокращение численности персонала может достигать 64%, 68%, 75%, и более (Larsen M., 1997), учитывая, что трансформация может затрагивать несколько функций, а в результате реализации проекта работники могут потерять власть, проекты трансформации могут является источником сопротивления изменениям. Исследователи выделяют несколько групп факторов сопротивления работников изменениям: психологические (неясность сути изменения), социальные (социальный статус и роль, наличие субкультуры и контркультуры), организационные (распространение слухов, негативный опыт проведения изменений), профессиональные (страх не справиться с новыми профессиональными обязанностями) и экономические (изменение оплаты труда, снижение гарантий занятости) (Мкртычян, 2015).

Таким образом, трансформация является источником сопротивления изменениям, которые не происходят в контексте операционной деятельности. Необходимость разрешения данного противоречия заключается в том, что сопротивление персонала может блокировать потенциал трансформации. Без работы с сопротивлением изменениям новые процессы могут остаться формальными, а риски реализации проекта увеличатся.

Определив ключевые противоречия, рассмотрим существующие подходы к их разрешению. Одним из возможных способов разрешения противоречий является организационная амбидекстрия. В рамках концепции краеугольным камнем является поиск равновесия между инновационной деятельности и операционной эксплуатацией (Сидорова, 2023).

Заключение

Итак, на основе анализа научной литературы были обозначены противоречия между поддержанием текущей операционной деятельностью бизнеса и трансформацией бизнес-процессов.

Основные противоречия

- Финансовое противоречие – компании могут получить выгоды от трансформации спустя продолжительное время. До этого экономический эффект будет отрицательным
- Ресурсное противоречие – численности персонала, рассчитанной для покрытия текущих задач, может быть недостаточно для преодоления фазы внедрения
- Личностное противоречие и сопротивление изменениям – негативная реакция работников на изменения может снизить вероятность успешной реализации проекта.

Понимание противоречий и применение наиболее эффективных стратегий по их разрешению позволит повысить вероятность успешной реализации проекта.

В дальнейшем значимость этих противоречий может быть оценена с помощью моделей, а также могут быть сформированы опросники для оценки ситуации в рамках конкретных проектов трансформации.

Литература

1. Васильев В. А., Александрова С. В. Цифровые технологии в управлении качеством //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – №. 10. – С. 35-41.
2. Долженко Р. А., Долженко С. Б. Методические подходы к управлению численностью персонала в целях повышения производительности труда и организационной эффективности //Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2025. – №. 1. – С. 66-91.
3. Мкртычян Г. А., Исаева О. М. Причины сопротивления персонала организационным изменениям: взгляд менеджеров как агентов перемен //Организационная психология. – 2015. – Т. 5. – №. 1. – С. 22-33.
4. Сидорова А. А. Организационная амбидекстрия: концептуальные основы и современные подходы //Государственное управление. Электронный вестник. – 2023. – №. 98. – С. 86-95.
5. Chen Y. Dynamic ambidexterity: How innovators manage exploration and exploitation //Business horizons. – 2017. – Т. 60. – №. 3. – С. 385-394.
6. Davis K. An empirical investigation into different stakeholder groups perception of project success //International Journal of Project Management. – 2017. – Т. 35. – №. 4. – С. 604-617.
7. de Menezes L. M., Escrig-Tena A. B. Performance measurement systems in the health and care sector: Are targets and monitoring additional demands or resources for employees? //International journal of operations & production management. – 2023. – Т. 43. – №. 13. – С. 302-329.
8. Earley S. An analysis of the utilization of overtime versus hiring additional personnel. – National Fire Academy, 2001.
9. Ito A. et al. Dealing with resistance to the use of Industry 4.0 technologies in production disturbance management //Journal of Manufacturing Technology Management. – 2021. – Т. 32. – №. 9. – С. 285-303.
10. Larsen M., Myers M. BPR success or failure? A business process reengineering project in the financial services industry. – 1997.
11. Ross J. W., Vitale M. R. The ERP revolution: surviving vs. thriving //Information systems frontiers. – 2000. – Т. 2. – №. 2. – С. 233-241.
12. Smith W. K., Lewis M. W. Toward a theory of paradox: A dynamic equilibrium model of organizing //Academy of management Review. – 2011. – Т. 36. – №. 2. – С. 381-403.
13. Talke K., Heidenreich S. How to overcome pro-change bias: incorporating passive and active innovation resistance in innovation decision models //Journal of Product Innovation Management. – 2014. – Т. 31. – №. 5. – С. 894-907.
14. Zhang L., Huang J., Xu X. Impact of ERP investment on company performance: Evidence from manufacturing firms in China //Tsinghua science and technology. – 2012. – Т. 17. – №. 3. – С. 232-240.

Contradictions between the tasks of business process transformation and current labor management models

Bezugly A.O.

Omsk State Institute named after F.M. Dostoevsky

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In the context of increased competition, companies are forced to carry out transformation projects, the essence of which may conflict with current labor management models. This paper offers a typology of the contradictions that may arise in this case. The purpose of the study is to identify potential contradictions that may arise during the transformation of business processes with models focused on maintaining the company's operational activities and fulfilling current tasks. Based on the analysis of the existing scientific literature, three key contradictions have been identified: financial, resource, and personal. The financial contradiction lies in the deferred effect of the transformation of processes, despite the fact that costs must be incurred during the transformation process, the financial contradiction becomes especially relevant at a high cost of financing. The

resource contradiction arises due to the additional labor costs that arise during the transformation process. Personal contradiction is caused by psychological factors: resistance to change and fear. To overcome the contradictions that arise during transformation, it requires a change in responsibility, a competent redistribution of resources, and consideration of the behavioral aspects of employees affected by the changes. Organizational ambidextrity can serve as one of the approaches to resolving contradictions, which will allow balancing between the exploitation of existing processes and transformation. The practical significance of the work lies in the possibility of applying the classification to qualitatively diagnose a company's readiness for change and reduce risks. The results in the form of a list and a brief description of the essence of contradictions can be useful to project managers and management when planning a transformation.

Keywords: business processes, economic efficiency, transformation, management, planning, finance.

References

1. Vasiliev V. A., Aleksandrova S. V. Digital Technologies in Quality Management // Bulletin of Tula State University. Technical Sciences. - 2020. - No. 10. - Pp. 35-41.
2. Dolzhenko R. A., Dolzhenko S. B. Methodological Approaches to Managing the Number of Personnel in Order to Increase Labor Productivity and Organizational Efficiency // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. - 2025. - No. 1. - Pp. 66-91.
3. Mkrtychyan G. A., Isaeva O. M. Reasons for Personnel Resistance to Organizational Change: The View of Managers as Change Agents // Organizational Psychology. - 2015. - Vol. 5. - No. 1. - Pp. 22-33.
4. Sidorova A. A. Organizational Ambidexterity: Conceptual Foundations and Modern Approaches // Public Administration. Electronic Bulletin. - 2023. - No. 98. - Pp. 86-95.
5. Chen Y. Dynamic Ambidexterity: How Innovators Manage Exploration and Exploitation // Business Horizons. - 2017. - Vol. 60. - No. 3. - Pp. 385-394.
6. Davis K. An Empirical Investigation into Different Stakeholder Groups' Perception of Project Success // International Journal of Project Management. - 2017. - Vol. 35. - No. 4. - Pp. 604-617.
7. de Menezes L. M., Escrig-Tena A. B. Performance Measurement Systems in the Health and Care Sector: Are Targets and Monitoring Additional Demands or Resources for Employees? //International journal of operations & production management. – 2023. – T. 43. – No. 13. – pp. 302-329.
8. Earley S. An analysis of the utilization of overtime versus hiring additional personnel. – National Fire Academy, 2001.
9. Ito A. et al. Dealing with resistance to the use of Industry 4.0 technologies in production disturbance management // Journal of Manufacturing Technology Management. – 2021. – T. 32. – No. 9. – pp. 285-303.
10. Larsen M., Myers M. BPR success or failure? A business process reengineering project in the financial services industry. – 1997.
11. Ross J. W., Vitale M. R. The ERP revolution: surviving vs. thriving //Information systems frontiers. – 2000. – T. 2. – No. 2. – pp. 233-241.
12. Smith W. K., Lewis M. W. Toward a theory of paradox: A dynamic equilibrium model of organizing // Academy of management Review. – 2011. – T. 36. – No. 2. – pp. 381-403.
13. Talke K., Heidenreich S. How to overcome pro-change bias: incorporating passive and active innovation resistance in innovation decision models // Journal of Product Innovation Management. – 2014. – T. 31. – No. 5. – pp. 894-907.
14. Zhang L., Huang J., Xu X. Impact of ERP investment on company performance: Evidence from manufacturing firms in China // Tsinghua science and technology. – 2012. – T. 17. – No. 3. – pp. 232-240.

Оценка экономической эффективности перехода на газомоторное топливо в сегменте магистральных грузоперевозок России

Бокарев Никита Сергеевич
аспирант, кафедра экономической теории, Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина, nbokarev@mail.ru

В условиях сохраняющихся санкций и дорогого заемного финансирования вопросы импортозамещения и перехода транспорта на альтернативные виды топлива становятся все более актуальными. В статье предложен авторский подход к оценке чистой приведенной стоимости инвестиций в приобретение магистральных тягачей на сжиженном природном газе по сравнению с дизельными моделями.

Исследование учитывает особенности институциональной среды российской экономики, включая действие механизма ценового демпфера на нефтепродукты, программы субсидирования лизинга и региональные налоговые преференции. На основе данных за июнь 2026 года были рассчитаны три сценария, отражающие эффективность таких инвестиций. Расчеты показывают, что без мер государственной поддержки срок окупаемости газового тягача превышает семь лет. При комплексном использовании доступных инструментов поддержки этот показатель сокращается до 3–4 лет.

Практическая ценность работы состоит в разработке алгоритма расчета, который может применяться транспортными компаниями при оценке инвестиционных проектов, а также использоваться органами власти для настройки параметров государственной поддержки отрасли.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, газомоторное топливо, магистральные грузоперевозки, экономическая эффективность, чистая приведенная стоимость, демпферный механизм, лизинг, транспортный налог, окупаемость.

Введение

Магистральный автомобильный транспорт остается одним из самых энергоемких секторов российской экономики, потребляя около 40% всего дизельного топлива, используемого в стране. На фоне геополитических ограничений и проводимой политики декарбонизации перевод тяжелых грузовых тягачей на сжиженный природный газ (СПГ) рассматривается государством как одно из приоритетных направлений развития. Такой переход позволяет сократить эксплуатационные затраты и снизить объем выбросов парниковых газов [1].

При этом, несмотря на масштабные меры поддержки и активное продвижение газомоторного транспорта, его доля в российском парке грузовых автомобилей по-прежнему остается низкой и не превышает 1,5%. Более того, согласно данным Минэнерго, в 2024–2025 годах рынок демонстрировал отрицательную динамику роста [5]. Подобная ситуация указывает на существование устойчивого барьера, который в большей степени связан с экономическими факторами, чем с техническими ограничениями.

Проблематика эффективности использования газомоторного топлива неоднократно поднималась в отечественных исследованиях. Так, в работах Калининой Н.В. и Смирнова А.В. [3] основное внимание уделяется технологическим преимуществам газовых двигателей. В зарубежной практике для подобных оценок широко применяется концепция совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO) [12]. Однако универсальные модели TCO не в полной мере отражают специфику российских условий. Речь идет о действии механизма топливного демпфера, который ограничивает рост розничных цен на дизельное топливо [8], высокой ключевой ставке Центрального банка - 14,5% годовых по состоянию на апрель 2026 года [2], что существенно влияет на доступность заемного капитала, а также о заметных различиях в региональных налоговых льготах [4].

В основе настоящего исследования лежит предположение, что традиционная оценка эффективности, основанная лишь на сравнении цен на газ и дизельное топливо, не позволяет корректно определить реальные сроки окупаемости инвестиций. Цель работы заключается в разработке методического подхода, учитывающего особенности российской институциональной среды, и последующем расчете чистой приведенной стоимости проекта для трех типовых сценариев хозяйственной деятельности.

Теоретические основы и факторы формирования затрат

Экономическая целесообразность перехода на газомоторное топливо во многом определяется структурой затрат на эксплуатацию магистрального тягача. При годовом пробеге 120–150 тыс. км расходы распределяются крайне неравномерно. Наибольшую долю в переменных затратах занимает топливо - до 45%, поэтому именно его стоимость оказывает решающее влияние на итоговую эффективность эксплуатации. Существенную часть расходов также формируют амортизационные отчисления и лизинговые платежи, на которые приходится до четверти всех затрат. Остальные издержки связаны с техническим обслуживанием, ремонтом, страхованием и обязательными налоговыми платежами.

Замена дизельного двигателя на СПГ сопровождается разнонаправленными экономическими эффектами. Основное преимущество связано со снижением текущих затрат на топливо. По данным Росстата, в первую неделю июня 2026 года средняя розничная цена дизельного топлива достигла 80,12 руб./л, увеличившись с начала года на 4,2% [10]. В тот же период стоимость сжиженных углеводородных газов (СУГ) на Петербургской бирже выросла на 23,6% и достигла 24,3 тыс. руб. за тонну [7]. В пересчете на килограмм это соответствует уровню 36–38 руб./кг. Если учитывать, что по энергетической ценности 1 кг СПГ сопоставим с 1,3–1,4 л дизельного топлива, экономия при эксплуатации газового тягача может составлять от 25 до 35%.

Одновременно с этим переход на газ требует дополнительных инвестиций. Новый тягач на СПГ обходится дороже дизельного аналога в среднем на 1,5–2 млн рублей. Более доступным вариантом может стать ремоторизация существующей техники. Ее стоимость составляет от 0,7 до 1,8 млн рублей в зависимости от объема государственной поддержки, предусмотренной постановлением Правительства РФ №387 [9]. Изменяется и структура расходов на обслуживание. Газовые двигатели отличаются более высоким ресурсом, который, по разным оценкам, превышает ресурс дизельных агрегатов на 30–40%. Однако специализированные комплектующие и сервисные работы стоят дороже, из-за чего затраты на

ремонт увеличиваются на 15–20%. В результате совокупная экономия на обслуживании обычно не превышает 5–10%.

Серьезное влияние на экономику проекта оказывает механизм топливного демпфера, который фактически корректирует рыночные ценовые сигналы. В 2025 году нефтяные компании получили из федерального бюджета около 881,8 млрд рублей в рамках действия этого механизма [8]. Благодаря этому внутренние цены на дизельное топливо удерживались примерно на 15-20% ниже уровня рыночного равновесия. Возникает противоречивая ситуация: с одной стороны, государство стимулирует переход на газомоторное топливо, с другой - поддерживает потребление дизеля через систему бюджетных компенсаций. На рынок СПГ действие демпфера не распространяется, поэтому в периоды роста мировых цен на углеводороды конкурентные позиции газового топлива заметно ослабевают.

Методика расчета и сценарные условия

Для количественной оценки эффективности вложений в приобретение газового тягача по сравнению с базовым вариантом - покупкой нового дизельного тягача - в исследовании применяется классическая модель дисконтированных денежных потоков. Расчет чистой приведенной стоимости выполняется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

где CF_t - годовой чистый денежный поток (экономия на топливе, ТОиР и налогах за вычетом дополнительных затрат); r - ставка дисконтирования; I_0 - дополнительные первоначальные инвестиции; T - горизонт планирования (7 лет, соответствующий типичному сроку владения тягачом).

Отдельного рассмотрения требует выбор ставки дисконтирования. На 27 апреля 2026 года ключевая ставка Банка России составляла 14,5% годовых [2]. Однако использование этого показателя в чистом виде не позволяет учесть уровень инвестиционного риска.

С учетом сохраняющейся неопределенности внешнеэкономической среды, санкционного давления и колебаний валютных курсов для крупных компаний целесообразно закладывать дополнительную премию за риск на уровне 2–3 процентных пунктов. Для предприятий малого и среднего бизнеса ситуация менее благоприятна: ограниченный доступ к долгосрочному финансированию повышает требования к доходности инвестиций, поэтому риск-премия может достигать 4–5 процентных пунктов. В результате обоснованный диапазон ставки дисконтирования находится в пределах 16–20%.

Исходная база для расчетов сформирована на основе консолидированной отчетности лизинговых компаний, материалов открытой статистики и отраслевых аналитических обзоров [1]. Для оценки эффективности рассматриваются три сценария, отражающие различные условия реализации проекта.

Базовый сценарий соответствует наиболее вероятной рыночной ситуации. В расчетах используются текущие цены на топливо, средний уровень государственной поддержки и стандартная ставка лизингового финансирования в размере 18%.

Оптимистический сценарий предполагает максимально возможное использование действующих мер поддержки. В него заложены субсидирование первоначального взноса до 500 тыс. рублей, снижение лизинговой ставки до 12%, а также благоприятное соотношение цен на газ и дизельное топливо.

Пессимистический сценарий моделирует наименее выгодные условия эксплуатации. В этом случае государственная поддержка отсутствует, цены на газ находятся на повышенном уровне, а дополнительные капитальные затраты на приобретение газовой техники достигают максимальных значений.

Анализ результатов расчетов

Результаты расчетов свидетельствуют о заметной зависимости экономической эффективности проекта от выбранного сценария развития рыночной ситуации.

Согласно базовому сценарию, использование газового тягача позволяет экономить на топливе около 1,7 млн рублей ежегодно. После учета дополнительных расходов на техническое обслуживание и первоначальных инвестиций срок окупаемости составляет примерно 5,2 года. При горизонте расчета в семь лет показатель NPV остается положительным, но его значение невелико. Для крупных транспортных компаний, имеющих доступ к относительно недорогому финансированию, такой проект выглядит приемлемым. Для малого бизнеса, где стоимость капитала существенно выше, экономический эффект практически исчезает, а инвестиции могут оказаться нерентабельными.

В оптимистическом сценарии предполагается дальнейший рост цен на дизельное топливо темпами выше инфляции при сохранении сравнительно низкой стоимости газа. В таких условиях годовая экономия увеличивается до 2,0 млн рублей. Дополнительный эффект обеспечивает снижение лизинговой ставки до 12% благодаря мерам государственной поддержки [4]. Это сокращает срок окупаемости до 3,2 года, а чистая приведенная стоимость приобретает устойчиво положительное значение. Проект становится экономически привлекательным не только для крупных операторов, но и для небольших транспортных компаний.

Пессимистический сценарий отражает ситуацию, при которой меры государственной поддержки отсутствуют, а ценовая конъюнктура на рынке СПГ остается неблагоприятной. В этом случае возврат вложенных средств растягивается до 6,7 года, практически достигая экономического срока эксплуатации техники, который оценивается в семь лет. Подобный результат помогает объяснить низкую распространенность газовых тягачей в российском грузовом автопарке. Без льготного финансирования и налоговых стимулов преимущества СПГ во многом нивелируются действием топливного демпфера, поддерживающего относительно низкие цены на дизельное топливо.

Практические рекомендации и направления корректировки политики

Результаты исследования позволяют выработать практические рекомендации как для транспортных компаний, так и для органов государственного регулирования.

Коммерческим перевозчикам при оценке проектов перехода на газомоторную технику целесообразно опираться не на усредненные показатели, а на расчеты, основанные на конкретных маршрутах и условиях эксплуатации. Существенное значение имеет наличие инфраструктуры СПГ-заправок: например, на трассах М-11 «Нева» и М-4 «Дон» развитая сеть криогенных заправочных станций заметно повышает экономическую эффективность использования газовых тягачей [6].

Дополнительный эффект может быть достигнут за счет комбинирования различных мер поддержки. Наиболее рациональным представляется сочетание федеральных субсидий на ремоторизацию, размер которых может достигать 1,5 млн рублей [9], с региональными льготами по транспортному налогу. В ряде субъектов Российской Федерации, включая Татарстан и Самарскую область, такие льготы позволяют полностью исключить данную статью расходов [4].

На уровне государственной политики представляется оправданной корректировка параметров демпферного механизма. Одним из возможных решений может стать постепенное выравнивание налоговой нагрузки между дизельным и газовым топливом. Альтернативный вариант - расширение программ поддержки проектов, связанных с использованием СПГ.

Также целесообразно установить на федеральном уровне нулевую ставку транспортного налога для газомоторной техники на период до пяти лет. Такой подход позволит снизить влияние региональных различий в системе налоговых льгот и создать более предсказуемые условия для инвесторов.

Отдельного внимания требует развитие заправочной инфраструктуры. Ускорение реализации программ строительства СПГ-заправок вдоль федеральных магистралей остается важным условием расширения парка газомоторного транспорта. Запланированные объекты в Иркутской, Вологодской и Новосибирской областях не в полной мере покрывают потребности перевозчиков, работающих на западных и южных направлениях [6].

Заключение

Результаты исследования показывают, что эффективность перехода на сжиженный природный газ в сфере магистральных грузоперевозок во многом определяется не только техническими или рыночными факторами, но и особенностями институциональной среды. Увеличение цен на дизельное топливо, которое с начала 2025 года составило 24%, потенциально повышает привлекательность газомоторной техники с точки зрения окупаемости. Однако влияние этого фактора существенно ослабляется действием топливного демпфера и высокой стоимостью привлеченного капитала.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что наибольший эффект может быть достигнут при одновременном использовании нескольких инструментов государственной поддержки, включая ценовые и налоговые механизмы стимулирования.

Перспективным направлением дальнейших исследований является оценка экономических последствий экологического регулирования для транспортной отрасли. Особый интерес представляет анализ влияния низкоэмиссионных зон в крупных городах на эксплуатацию грузового

транспорта. Их распространение способно сформировать дополнительные преимущества для газомоторной техники, которые не связаны напрямую со стоимостью топлива или финансовыми мерами поддержки.

Литература

1. Аналитический центр при Правительстве РФ. Аналитический обзор «Развитие рынка газомоторного топлива в Российской Федерации». 2025. URL: ac.gov.ru (дата обращения: 10.06.2026).
2. Банк России. Информационное сообщение о решении Совета директоров Банка России от 24 апреля 2026 года (об установлении ключевой ставки с 27.04.2026 на уровне 14,50% годовых). 2026. URL: cbr.ru (дата обращения: 10.06.2026).
3. Калинина Н.В., Смирнов А.В. Повышение эффективности экономики с помощью технологий применения КПГ и СПГ // Экономика и управление. 2024. № 3. С. 45–58.
4. Корпорация МСП. Более 3 млрд рублей может получить малый бизнес по программе льготного лизинга в 2026 году. 2026. URL: corpmsp.ru (дата обращения: 10.06.2026).
5. Минэнерго РФ. Итоги развития рынка газомоторного топлива за 2025 год. М., 2026. 43 с.
6. ООО «Новатэк СПГ Топливо». Развитие сети криогенных газовых заправочных станций. Отчёт 2025. 2026.
7. Петербургская топливная биржа. Стоимость сжиженного углеводородного газа (СУГ) на бирже выросла на 23,6% за месяц. 2026. URL: spimex.com (дата обращения: 10.06.2026).
8. По итогам 2025 года нефтяники получили из бюджета по топливному демпферу 881,8 млрд рублей. 2026. URL: neftegaz.ru (дата обращения: 10.06.2026).
9. Постановление Правительства РФ № 387 от 10.04.2026 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (в части увеличения субсидий на ремоторизацию грузового транспорта под СПГ). 2026.
10. Росстат. Средние потребительские цены на бензин и дизельное топливо по состоянию на 1 июня 2026 года. 2026. URL: 48.rosstat.gov.ru (дата обращения: 10.06.2026).
11. International Gas Union. World LNG Report 2026. Barcelona, 2026.
12. NGVA Europe. Statistical Report 2025. Brussels, 2025. 52 p.

Assessing the Economic Efficiency of Switching to Natural Gas Vehicle Fuel in Russia's Long-Haul Freight Segment

Bokarev N.S.
Gubkin Russian State University of Oil and Gas

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The results of the study indicate that the economic feasibility of switching to liquefied natural gas (LNG) in Russia's long-haul freight transportation sector is largely determined by the institutional environment rather than by technical factors alone. The 24% increase in diesel fuel prices since the beginning of 2025 has created conditions that could improve the payback period of LNG-powered vehicles. However, this advantage is significantly offset by the fuel price damping mechanism and the high cost of capital.

The analysis shows that the greatest effect can be achieved through the combined use of several government support measures, including both pricing and tax incentives.

A promising direction for further research is the assessment of the economic impact of environmental regulations on the transport sector. Particular attention should be paid to the introduction of low-emission zones in major cities. The expansion of such policies may create additional advantages for gas-powered vehicles that are not directly related to fuel costs or financial support mechanisms.

Keywords: liquefied natural gas, gas motor fuel, long-haul freight transportation, economic efficiency, net present value, damper mechanism, leasing, transport tax, payback.

References

1. Analytical Center under the Government of the Russian Federation. *Analytical Review: Development of the Natural Gas Vehicle Fuel Market in the Russian Federation*. 2025. Available at: ac.gov.ru (accessed: 10 June 2026).
2. Central Bank of the Russian Federation. *Information Statement on the Decision of the Board of Directors of the Bank of Russia dated 24 April 2026 (establishing the key interest rate at 14.50% per annum effective from 27 April 2026).* 2026. Available at: cbr.ru (accessed: 10 June 2026).
3. Kalinina N.V., Smirnov A.V. Improving Economic Efficiency through the Application of CNG and LNG Technologies. *Economics and Management*, 2024, No. 3, pp. 45–58.
4. SME Corporation. *Small Businesses May Receive More Than RUB 3 Billion under the Preferential Leasing Program in 2026.* 2026. Available at: corpmsp.ru (accessed: 10 June 2026).
5. Ministry of Energy of the Russian Federation. *Results of the Development of the Natural Gas Vehicle Fuel Market in 2025.* Moscow, 2026. 43 p.
6. NOVATEK LNG Fuel LLC. *Development of the Cryogenic LNG Refueling Station Network. Report 2025.* 2026.
7. St. Petersburg International Mercantile Exchange (SPIMEX). *The Exchange Price of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Increased by 23.6% over One Month.* 2026. Available at: spimex.com (accessed: 10 June 2026).
8. *In 2025, Oil Companies Received RUB 881.8 Billion from the Federal Budget under the Fuel Damping Mechanism.* 2026. Available at: neftegaz.ru (accessed: 10 June 2026).
9. Decree of the Government of the Russian Federation No. 387 dated 10 April 2026, *On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation* (regarding increased subsidies for LNG conversion of freight vehicles). 2026.
10. Federal State Statistics Service (Rosstat). *Average Consumer Prices for Gasoline and Diesel Fuel as of 1 June 2026.* 2026. Available at: 48.rosstat.gov.ru (accessed: 10 June 2026).
11. International Gas Union. *World LNG Report 2026.* Barcelona, 2026.
12. NGVA Europe. *Statistical Report 2025.* Brussels, 2025. 52 p.

Совершенствование системы управления качеством закупочной деятельности проектной организации на основе процессного и риск-ориентированного подходов

Дидковская Ольга Всеволодовна
доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений, Самарский государственный технический университет, kafedra_cen@mail.ru,

Бочаров Алексей Юрьевич
канд. экон. наук, доцент, кафедра стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений, Самарский государственный технический университет, kafedra_cen@mail.ru

В статье процесс участия проектной организации в закупках работ по разработке проектной документации рассматривается как объект управления в системе менеджмента качества, основанной на цикле PDCA (Plan-Do-Check-Act) и риск-ориентированном подходе. Предложена процессная модель сквозного управления участием в закупках и исполнением контрактов, в которой специализированная служба маркетинга обеспечивает мониторинг рынка, анализ тендерных условий, оценку рисков и формирование обратной связи по результатам реализации контрактов. Разработана система показателей оценки эффективности, включающая коэффициент результативности участия в закупках, финансовые показатели и индикаторы конкурентной позиции организации на рынке проектных работ. Показано, что развитие специализированной маркетинговой функции, а также кадровое, техническое и информационное обеспечение проектной организации оказывают существенное влияние на результативность участия в закупках и качество контрактного портфеля. Практическая значимость исследования состоит в возможности использования предложенного подхода для совершенствования управления закупочной деятельностью проектных организаций и повышения обоснованности управленческих решений.
Ключевые слова: участие в закупках, эффективность участия, показатели результативности, «воронка участия», ресурсы и компетенции, цикл PDCA, риск-ориентированный подход.

Введение

Цифровизация строительной отрасли, внедрение технологий информационного моделирования (ТИМ), электронного документооборота и электронных торговых площадок существенно изменяют условия выполнения проектных работ. В этих условиях участие в закупках становится для проектных организаций ключевым процессом, определяющим загрузку ресурсов, структуру контрактного портфеля и устойчивость развития, а для государства – эффективность реализации инвестиционно-строительных программ и использования бюджетных средств.

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1] ориентирует организации на применение процессного подхода, цикла PDCA и риск-ориентированного мышления. В связи с этим процессы участия в закупках и исполнения контрактов целесообразно рассматривать как единый контур системы менеджмента качества, обеспеченный необходимыми ресурсами и подлежащий регулярной оценке эффективности.

Важным условием повышения результативности участия в закупках является создание специализированной службы маркетинга, обеспечивающей мониторинг рынка проектных услуг, анализ тендерных условий, оценку рисков и конкурентных преимуществ, а также информационную поддержку управленческих решений. Это позволяет систематизировать работу с закупками и снизить вероятность участия в экономически неэффективных процедурах.

Цель статьи заключается в разработке подхода к управлению и оценке эффективности участия проектной организации в закупках на основе цикла PDCA, риск-ориентированного подхода и системы показателей, интегрированных в процессы СМК, а также в обосновании необходимости формирования специализированной службы маркетинга как элемента данной системы.

Реализация предложенных подходов способствует повышению эффективности закупочной деятельности проектных организаций, более точному учёту ресурсных возможностей и рисков исполнения контрактов, а также повышению результативности использования бюджетных и внебюджетных средств при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Материалы и методы исследования

Теоретической основой исследования выступают положения процессного подхода и риск-ориентированного управления, закреплённые в ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1]. В рамках данного подхода участие проектной организации в закупках и последующее исполнение контрактов на разработку проектной документации [2] рассматриваются как единый сквозной процесс системы менеджмента качества, управляемый по циклу PDCA. Такой подход позволяет связать этапы мониторинга рынка, отбора закупочных процедур, подготовки заявок, заключения контрактов и выполнения проектных работ в единую управленческую систему, ориентированную на повышение результативности и снижение рисков.

Методологически исследование исходит из того, что закупочная деятельность проектной организации должна быть формализована как самостоятельный процесс с установленными входами, выходами, ответственными исполнителями и показателями результативности. Ключевая роль в этом процессе отводится специализированному подразделению маркетинга, обеспечивающему регулярный мониторинг закупочных площадок, анализ требований заказчиков, отбор релевантных процедур и координацию подготовки заявочной документации. В отличие от практики, при которой данные функции выполняются руководителем организации или главным инженером проекта в режиме совмещения, выделение специализированного подразделения позволяет повысить качество отбора закупок, системность анализа конкурентной среды и обоснованность управленческих решений.

В логике цикла PDCA на стадии Plan определяются цели участия в закупках, параметры контрактного портфеля, требования к рентабельности, ресурсам, срокам и качеству исполнения, а также оцениваются риски и возможности по сегментам рынка. На стадии Do реализуются процедуры поиска и отбора закупок, подготовки и подачи заявок, заключения контрактов и организации проектных работ. На стадии Check проводится анализ показателей «воронки участия», причин отклонений заявок, финансовых результатов, а также соответствия фактических параметров исполнения контрактов плановым значениям по срокам, качеству

и затратам. На стадии Act принимаются решения по корректировке критериев участия, регламентов взаимодействия подразделений, подходов к управлению рисками, ресурсному обеспечению и стандартизации эффективных практик [1].

Таким образом, методология исследования основана на рассмотрении закупок и исполнения контрактов как взаимосвязанных элементов единого управляемого процесса. Это позволяет оценивать не только результативность участия в конкурсных процедурах, но и влияние принятых на предконтрактной стадии решений на качество и эффективность последующего исполнения обязательств. Применение сквозного цикла PDCA обеспечивает накопление обратной связи, формирование базы для корректирующих и предупреждающих действий и, как следствие, повышение конкурентоспособности проектной организации.

Результаты исследования

Анализ научной литературы показывает, что вопросы совершенствования систем менеджмента качества, основанных на процессном и риск-ориентированном подходах, достаточно широко освещены в отечественных и зарубежных исследованиях [3,4]. Значительный массив публикаций посвящён также проблемам контрактной системы, эффективности закупочной деятельности [5,6,7] и управления проектными организациями в строительстве [8].

Вместе с тем исследования, рассматривающие участие проектной организации в закупках работ по подготовке проектной документации как самостоятельный процесс системы менеджмента качества, практически отсутствуют. Недостаточно изучены вопросы интеграции закупочной деятельности в контур СМК на основе цикла PDCA, оценки её результативности с использованием системы показателей, а также роли специализированной маркетинговой функции в обеспечении эффективности участия в закупках. Наличие данного научного пробела определяет актуальность и научную новизну настоящего исследования.

Ресурсное обеспечение процессов проектирования в цифровой информационной среде

Переход к использованию ТИМ, специализированного программного обеспечения, электронного документооборота и электронных закупочных площадок предъявляет повышенные требования к программно-аппаратному комплексу и уровню автоматизации деятельности проектной организации. Соответствующее техническое обеспечение следует рассматривать как один из ключевых ресурсов СМК, необходимый для выполнения подрядных обязательств и требований заказчика.

Согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015, вопросы технического оснащения относятся к ресурсам и инфраструктуре организации. При принятии решения об участии в закупках необходимо оценивать способность имеющейся технической базы обеспечить выполнение требований к ТИМ-проектированию, совместной работе специалистов и электронному взаимодействию с заказчиком и экспертными организациями. Решения о модернизации оборудования и программного обеспечения должны приниматься с учетом перспективного портфеля контрактов и закрепляться в документах СМК.

Не менее важным ресурсом является кадровое обеспечение. Для объектов различного назначения и уровня сложности требуется различный состав специалистов, обладающих необходимыми компетенциями и опытом. В связи с этим кадровое планирование должно быть встроено в СМК и предусматривать формализованные требования к квалификации сотрудников, ведение сведений об их образовании, опыте работы, повышении квалификации и участии в реализованных проектах. В базу данных также целесообразно включать сведения о субподрядных организациях и привлекаемых специалистах.

Самостоятельным ресурсом СМК выступает маркетинговое обеспечение – совокупность организационных, информационных и методических средств для систематической работы с рынком закупок. Его организационной основой должно стать специализированное подразделение маркетинга, обеспечивающее мониторинг закупок, подготовку заявок, анализ рынка и взаимодействие с проектными, юридическими и кадровыми службами организации.

Отраслевая специфика объектов капитального строительства в управлении участием в закупках работ по проектированию

Отраслевая специфика объектов капитального строительства целесообразно формализовать в виде отраслевых профилей, которые служат инструментом управления участием проектной организации в закупках и формирования проектных команд. Такие профили позволяют сопоставлять требования конкретной закупки с накопленным опытом, кадровым составом и ресурсным потенциалом организации, переводя участие в закупках из реактивного режима в формат управляемого отбора приоритетных сегментов рынка.

Профили формируются по основным типам объектов и включают сведения о реализованных проектах, результатах экспертизы, типичных рисках, технологических особенностях, наличии профильных специалистов, опыте взаимодействия с отраслевыми заказчиками и субподрядчиками. Их использование обеспечивает более обоснованное принятие решений об участии в закупках, целенаправленный подбор проектных команд и оценку субподрядных организаций по критериям отраслевого опыта, квалификации, ресурсной обеспеченности и знания нормативной базы. Регулярное обновление профилей с учётом результатов исполнения контрактов, замечаний заказчиков и экспертных заключений встраивает данный инструмент в контур СМК и цикл PDCA, обеспечивая непрерывное совершенствование качества проектной деятельности и повышение результативности закупочного процесса.

Показатели эффективности участия проектных организаций в закупках

Ключевым результатом настоящего исследования является обоснование необходимости создания в проектной организации специализированного подразделения маркетинга, ориентированного на систематическую работу с рынком государственных и коммерческих закупок проектно-изыскательских работ. В соответствии с ГОСТ Р 55048-2012 (п. 5.2.1), разработанным применительно к строительным организациям, высшее руководство организацией обязано сформировать маркетинговую политику и определить состав, задачи и порядок взаимодействия маркетинговой функции с производственными и подразделениями.

К особенностям участия проектной организации в закупках относятся:

– вероятностный характер результата, зависящий от конкурентной среды, требований заказчика и критериев оценки заявок;

– отложенный эффект участия, возникающий после заключения и исполнения контракта;

– необходимость комплексной оценки результатов с учетом как финансовых, так и качественных показателей, включая деловую репутацию, опыт исполнения контрактов и развитие процессов СМК.

Конкурентоспособность проектной организации в закупках определяется её способностью получать высокие оценки по установленным критериям (цена, опыт, квалификация, качество предложения, наличие СМК и др.). При этом высокая конкурентоспособность не всегда обеспечивает экономическую эффективность участия, поскольку достижение победы в закупке не гарантирует требуемой рентабельности, загрузки ресурсов и устойчивости развития организации. Связь между конкурентной позицией и экономическими результатами участия обеспечивает служба маркетинга как процессный элемент стадии Plan контура PDCA.

Для количественной оценки применяется коэффициент *результативности участия проектной организации в торгах*, характеризующий удельный вес успешно завершённых процедур за обозначенный для анализа период в общем числе поданных заявок ($К_р$):

$$К_р = \frac{N_{факт}}{N_{общ}} \times 100\%, (1)$$

где $N_{факт}$ - количество закупок, по которым заключены контракты;

$N_{общ}$ - общее количество поданных заявок.

В рамках настоящего исследования коэффициент ($К_р$) рассматривается как индикатор качества настроек «воронки участия» и работы специализированной службы маркетинга. В качестве целевого ориентира предлагается уровень 20%, который отражает долю успешно завершённых процедур (заключенных контрактов) в общем числе заявок и свидетельствует об удовлетворительной эффективности отбора процедур и подготовки заявочной документации.

При анализе результативности участия в закупках целесообразно рассчитывать $К_р$ не только в целом, но и по сегментам (типам, мощности, отраслевой принадлежности объектов, регионам, заказчикам), что позволяет выявлять наиболее и наименее результативные направления участия.

Финансовая эффективность участия за рассматриваемый период ($Е_ф$) может быть представлена показателем:

$$Е_ф = \frac{П_к - З_м}{З_м} \times 100\%, (2)$$

где $П_к$ - суммарная прибыль по заключённым и завершенным контрактам;

$З_м$ - совокупные затраты на содержание подразделения маркетинга.

Положительное значение этого показателя демонстрирует, что участие в закупочной деятельности в целом является экономически целесообразным, иначе необходим пересмотр стратегии участия, ценовой политики, структуры портфеля контрактов, а также целесообразности модели ресурсного обеспечения маркетинговой функции.

Для комплексной оценки деятельности подразделения маркетинга и формируемого им портфеля контрактов за анализируемый период применяется *интегральный показатель* ($I_{эф}$):

$$I_{эф} = \sum_{i=1}^{N} \omega_i \times k_i \,, \sum_{i=1}^{N} \omega_i = 1 \quad (3)$$

где k_i - нормированные значения отдельных количественных и качественных характеристик (результативность участия, финансовые показатели, конкурентная позиция, качество исполнения и др.);

ω_i - весовые коэффициенты, отражающие их значимость и определяемые экспертным путём.

Интегральный показатель $I_{эф}$ формируется на основе системы показателей, предварительно приведённых к сопоставимой шкале (например, от 0 до 1). Весовые коэффициенты ω_i позволяют учесть стратегические приоритеты: для одних организаций ключевой акцент делается на финансовую рентабельность, для других - на повышении конкурентной позиции или качества исполнения контракта. Путём варьирования ω_i можно моделировать различные сценарии развития и оценивать чувствительность интегральной оценки к изменениям отдельных показателей. Тем самым подразделение маркетинга получает инструмент стратегического балансирования портфеля контрактов, а не только оперативного контроля числа заключенных контрактов.

Создание специализированного подразделения маркетинга сопряжено с постоянными затратами, обоснованность которых должна подтверждаться измеримым экономическим эффектом - показателем операционной эффективности подразделения ($E_м$):

$$E_м = \frac{\Delta C_к}{З_м}, (4)$$

где $\Delta C_к$ - прирост суммарной стоимости заключенных контрактов за анализируемый период по сравнению с базовым (до создания подразделения или за предшествующий период);

$З_м$ - совокупные затраты на функционирование подразделения маркетинга за анализируемый период.

При $E_м>1$ деятельность подразделения маркетинга обеспечивает прирост контрактного портфеля, превышающий затраты на его функционирование, что подтверждает целесообразность его существования и развития. При $E_м<1$ требуется анализ причин отклонений. На начальных этапах работы подразделения значение показателя может быть ниже порогового вследствие отложенного характера результатов, однако его устойчиво низкие значения свидетельствуют о необходимости пересмотра функций, состава или критериев оценки деятельности подразделения. Показатель $E_м$ включается в состав нормированных показателей k_i при расчете интегрального показателя $I_{эф}$ по формуле (3).

Состав подразделения маркетинга определяется масштабом проектной организации. В малых организациях его функции могут выполняться одним-двумя специалистами, в крупных – распределяться между руководителем тендерного направления, аналитиком, менеджером по работе с заказчиками и специалистом по контрактным процедурам. Независимо от структуры показатели $К_р$, $E_ф$, $I_{эф}$ и $E_м$ образуют систему оценки деятельности подразделения, встроенную в руководящий анализ СМК в соответствии с п. 9.3 ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1].

Оценка эффективности участия в закупках основывается на сочетании нескольких подходов: анализа «затраты – выгоды», многокритериальной оценки на основе интегрального показателя, концепции «воронки участия» с детализацией результатов по стадиям закупочного процесса, а также сопоставления результатов проектной организации с показателями конкурентов.

Факторы и риски, влияющие на эффективность участия в закупках

Эффективность участия проектной организации в закупках определяется совокупностью внутренних и внешних факторов, которые в логике ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1] следует рассматривать как риски и возможности процессов СМК. Сводная характеристика факторов, соответствующих рисков и роли службы маркетинга представлена в таблице 1.

Встраивание учёта этих факторов и соответствующих управленческих решений в контур СМК и цикл PDCA позволяет рассматривать маркетинговую функцию как важное условие повышения эффективности участия в закупках и устойчивого развития организации.

Таблица 1

Факторы и риски, влияющие на эффективность участия проектной организации в закупках. Место специализированной службы маркетинга в системе менеджмента качества

Описание факторов	Основные риски и возможности	Роль специализированной службы маркетинга	Управленческое решение
Внутренние факторы			
Квалификационный кадровый потенциал (образование, опыт по аналогичным объектам, владение ТИМ)	Риск недостаточного соответствия требованиям заказчиков; возможность участия в более сложных и высокоэффективных проектах	Анализ требований типовых закупок, формирование профилей компетенций, участие в планировании обучения и найма персонала	Введение матрицы компетенций по отраслевым профилям объектов и корректировка планов обучения под целевые сегменты закупок
Финансовая устойчивость и доступ к инструментам обеспечения контрактов	Риск ограничения участия в крупных закупках; возможность работы с долгосрочными и капиталоёмкими контрактами	Оценка привлекательности процедур с учётом финансовых условий, приоритетности участия по ожидаемой доходности	Разработка регламента ранжирования процедур по минимально допустимой прибыли и объёму обеспечения контракта
Организация процессов участия (мониторинг, отбор процедур, подготовка заявок, внутренняя экспертиза, регламенты, матрицы ответственности)	Риск низкой результативности и перерасхода ресурсов; возможность роста коэффициента результативности участия	Формирование и ведение «воронки участия», настройка критериев отбора процедур, координация взаимодействия подразделений при подготовке заявок	Внедрение регламента этапов работы с закупкой и чек-листа внутренней экспертизы заявок по ключевым требованиям заказчика
Технологический уровень и цифровые сервисы	Риск потерь информации, ошибок и задержек; возможность ускорения цикла участия и повышения качества заявок	Инициирование внедрения мониторинга рынка и базы данных закупок	Запуск единой базы данных закупок и результатов участия с аналитикой для мониторинга ключевых показателей
Зрелость системы управления рисками и интеграция риск-ориентированного подхода в СМК	Риск участия в заведомо неэффективных процедурах; возможность формирования устойчивого портфеля контрактов	Участие в идентификации и оценке рисков на ранних стадиях, разработка критериев «стоп-факторов» и карт привлекательности процедур	Утверждение перечня условий, при которых участие исключается с учетом основных сегментов рынка
Контрактное законодательство (44-ФЗ, 223-ФЗ [9,10]) и практика его применения	Риск ограничений по допуску и изменениям условий; возможность использования специальных режимов и льгот	Мониторинг изменений нормативной базы, информирование руководства, инициирование корректировки внутренних регламентов	Регулярное обновление локальных методических материалов по участию в закупках с учётом изменений законодательства
Внешние факторы			
Конкурентная среда (число и квалификация участников, стратегии ценообразования, формы кооперации)	Риск демпинга и падения прибыли; возможность поиска ниш с более благоприятным соотношением риск/доходность	Систематический анализ конкурентов, формирование карт конкурентной позиции, рекомендации по ценовой и тендерной стратегии	Подготовка периодических обзоров конкурентной среды и корректировка целевых сегментов участия и диапазона ценовых стратегий
Экономическая конъюнктура и объёмы финансирования программ	Риск снижения объёмов рынка; возможность освоения новых сегментов и форм сотрудничества	Маркетинговые исследования отраслевых сегментов, предложение альтернативных направлений участия (субподрядная форма участия)	Разработка и утверждение сценариев участия (консервативный, базовый, агрессивный) в зависимости от фаз экономического цикла
Технологические и институциональные тренды (ЭТП, цифровые платформы)	Риск отставания от требований площадок и заказчиков; возможность повышения прозрачности и скорости участия	Отслеживание новых платформ и инструментов, участие во внедрении решений для работы с ЭТП и аналитики по закупкам	Принятие решения о подключении к новым платформам и обучении персонала работе с функционалом аналитики

Обсуждение результатов

Предложенная система показателей позволяет по-новому структурировать управление участием в закупках как самостоятельный объект СМК, интегрированный в сквозной контур PDCA на всех стадиях - от анализа рынка до исполнения контракта. Разработка данной системы опирается на требования ГОСТ Р ИСО 9001-2015, в первую очередь разделов 4.1-4.2 (анализ контекста организации), 6.1 (действия в отношении рисков и возможностей) и 9.1.3 (анализ со стороны руководства) [1], что обеспечивает методологическую согласованность предложенных измерений с действующей нормативной базой систем менеджмента качества.

Одновременный анализ трёх ключевых характеристик (результативность, финансовая эффективность и интегральная оценка) дает возможность выявлять скрытые дисбалансы между объёмом участия, качеством отбора процедур и экономическими результатами. Интерпретация интегрального показателя в связке со структурным анализом внутренних и внешних факторов позволяет перейти от простой оценки эффективности к выявлению конкретных направлений получения эффективных проектов.

С методологической точки зрения, использование расчётов $К_р$, $Е_ф$ и $I_{эф}$ в стадии Check и Act контура PDCA обеспечивает переход от эпизодического в регулярное управление участием в закупках, что полностью соответствует положениям риск-ориентированного подхода ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1]. На стадии Plan служба маркетинга формирует реестр целевых процедур с предварительной оценкой рисков по каждой из них, задавая входные данные для расчёта плановых значений $К_р$ и $Е_ф$. На стадии Do фиксируются фактические данные об участии организации в закупках, позволяя оценивать расхождения с плановыми ориентирами. На стадии Check рассчитанные показатели становятся объектом анализа причинно-следственных связей в ходе внутреннего аудита и руководящих анализов СМК. На стадии Act результаты анализа транслируются в корректировку критериев отбора, регламентов подготовки заявок или стратегии работы с субподрядчиками.

Ограничением настоящего исследования является отсутствие верификации предложенных весовых коэффициентов формулы (3) на эмпирическом материале: значения весов обоснованы концептуально, однако их калибровка требует данных реальных закупочных портфелей нескольких проектных организаций. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят установить статистически обоснованные диапазоны $К_р$ и $Е_ф$ по сегментам рынка и типам объектов, верифицировать линейность весовой модели либо обосновать переход к нелинейным функциям агрегирования, а также проверить устойчивость интегрального показателя $I_{эф}$ при изменении конкурентной среды и законодательных условий.

Заключение

В исследовании предложен подход к управлению участием проектной организации в закупках работ по разработке проектной документации как процессом системы менеджмента качества, основанным на цикле PDCA и риск-ориентированном подходе в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1]. Процессы участия в закупках и исполнения контрактов рассматриваются как единый управленческий контур, учитывающий цифровизацию отрасли, ресурсное обеспечение и отраслевую специфику объектов капитального строительства. Ключевую роль в данном контуре играет специализированная служба маркетинга, обеспечивающая мониторинг рынка, анализ конкурентной среды и информационную поддержку управленческих решений.

Предложенная система показателей позволяет увязать результативность участия в закупках, финансовые результаты и конкурентную позицию организации с процессами принятия управленческих решений. Коэффициент результативности участия $К_р$ и показатель финансовой эффективности $Е_ф$ обеспечивают оперативную оценку деятельности, тогда как интегральный показатель $I_{эф}$ ориентирован на стратегическое управление портфелем контрактов. Полученные показатели могут использоваться в рамках руководящего анализа СМК как основа для принятия решений на основе объективных данных.

Особенностью подхода является интеграция внутренних и внешних факторов и рисков в единый контур PDCA. Их идентификация и оценка возлагаются на службу маркетинга как владельца процесса стадии Plan, что позволяет использовать изменения внешней среды не только как ограничения, но и как источник управленческих решений по корректировке критериев участия, состава проектных команд и взаимодействия с заказчиками и субподрядчиками.

Практическая значимость исследования заключается в возможности внедрения предложенных принципов и показателей в действующие системы менеджмента качества проектных организаций без существенной перестройки существующих процедур, в том числе в рамках требований ГОСТ Р 55048-2012 [11]. Перспективы дальнейших исследований связаны с накоплением эмпирических данных для уточнения показателей эффективности, а также с формализацией роли маркетинговой службы в типовых регламентах проектных организаций.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. - М.: Стандартинформ, 2015. - 32 с.
2. Дидковская О.В., Саксаганская В.А. Эффективность участия проектной организации в закупках подрядных работ // Международная научно-техническая конференция «Инженерная экономика» - 2024. С. 756-764.
3. Круподерова, М. А. Развитие цифрового риск-ориентированного подхода к совершенствованию системы менеджмента качества предприятия : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Круподерова Мария Александровна, 2023. - 189 с. - EDN QQODRL.
4. Аль-Згуль, И. Х. Проблемы и перспективы риск-ориентированного управления объектом строительства: обзор современных исследований / И. Х. Аль-Згуль, С. Г. Шеина, Н. Е. Морозова // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. - 2025. - Т. 4, № 3. - С. 65-76. - DOI 10.23947/2949-1835-2025-4-3-65-76. - EDN PWHIKY.
5. Яковлев А. А., Балаева О. Н., Родионова Ю. Д., Ткаченко А. В. Проблемы и эффективность госзакупок глазами их участников // ЭКО. 2020. №11 (557). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-effektivnost-goszakupok-glazami-ih-uchastnikov (дата обращения: 16.06.2026).
6. Багавутдинова, А. С. Государственные закупки в условиях модернизации системы управления качеством проектной продукции / А. С. Багавутдинова, А. Ю. Дрига, Е. С. Никонорова // Наукосфера. - 2022. - № 6-2. - С. 23-28. - EDN UDNTBR.
7. Павлов А.С., Островский Р.В. Государственные закупки в строительстве - предложения по совершенствованию // Вестник Московского государственного строительного университета. 2022. Том 17. № 4. С. 501-515. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.501-515.
8. Потоцкий Д.А. Проблемы реализации строительных проектов в рамках осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития: материалы X Международной научно-практической онлайн-конференции, Иркутск - Братск - Томск, 26-27 апреля 2023 года. Иркутск: Байкальский государственный университет, 2023. С. 412-415.
9. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
10. Федеральный закон от 18.07.2011 № 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц».
11. ГОСТ Р 55048-2012 «Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ГОСТ Р ИСО 9001 в строительстве».

Improving the quality management system of procurement activities of a design organization based on process and risk-based approaches

Didkovskaya O.V., Bocharov A.Yu.
Samara State Technical University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article considers the process of a design organization's participation in procurement procedures for design documentation development as an object of management within a quality management system based on the PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle and a risk-based approach. A process model of end-to-end management covering both participation in procurement procedures and contract execution is proposed. Within this model, a specialized marketing unit performs market monitoring, tender requirements analysis, risk assessment, and feedback generation based on contract implementation results.

A system of performance indicators has been developed, including the procurement success rate, financial performance indicators, and indicators reflecting the organization's competitive position in the market for design and engineering services. The study demonstrates that the development of a specialized marketing function, together with adequate human, technical, and information resources, has a significant impact on procurement performance and the quality of the contract portfolio.

The practical significance of the research lies in the possibility of applying the proposed approach to improve procurement management in design organizations and enhance the validity of managerial decision-making.

Keywords: procurement participation, procurement performance, performance indicators, procurement funnel, resources and competencies, PDCA cycle, risk-based approach.

References

1. GOST R ISO 9001-2015. Quality Management Systems. Requirements. Moscow: Standartinform, 2015. 32 p.
2. Didkovskaya O.V., Saksaganskaya V.A. Efficiency of a Design Organization's Participation in Construction Procurement Procedures. In: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Engineering Economics". 2024. Pp. 756–764.
3. Krupoderova M.A. Development of a Digital Risk-Based Approach to Improving the Quality Management System of an Enterprise: Candidate of Economic Sciences Dissertation. Moscow, 2023. 189 p. EDN: QQODRL.
4. Al-Zgul I.Kh., Sheina S.G., Morozova N.E. Problems and Prospects of Risk-Based Management of Construction Projects: A Review of Contemporary Research. Modern Trends in Construction, Urban Development and Territorial Planning. 2025. Vol. 4. No. 3. Pp. 65–76. DOI: 10.23947/2949-1835-2025-4-3-65-76.
5. Yakovlev A.A., Balaeva O.N., Rodionova Yu.D., Tkachenko A.V. Problems and Efficiency of Public Procurement Through the Eyes of Its Participants. ECO. 2020. No.

11(557). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-effektivnost-goszakupok-glazami-ih-uchastnikov (accessed: 16 June 2026).
6. Bagavutdinova A.S., Driga A.Yu., Nikonorova E.S. Public Procurement in the Context of Modernizing the Quality Management System of Design Products. Naukosfera. 2022. No. 6-2. Pp. 23–28. EDN: UDNTBR.
7. Pavlov A.S., Ostrovsky R.V. Public Procurement in Construction: Proposals for Improvement. Vestnik MGSU (Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering). 2022. Vol. 17. No. 4. Pp. 501–515. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.501-515.
8. Pototsky D.A. Problems of Construction Project Implementation within the Framework of Procurement for State and Municipal Needs. In: Problems of Economics and Management in Construction under Environmentally Oriented Development: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Online Conference. Irkutsk – Bratsk – Tomsk, April 26–27, 2023. Irkutsk: Baikal State University, 2023. Pp. 412–415.
9. Federal Law No. 44-FZ of April 5, 2013 “On the Contract System in the Procurement of Goods, Works and Services for State and Municipal Needs”.
10. Federal Law No. 223-FZ of July 18, 2011 “On Procurement of Goods, Works and Services by Certain Types of Legal Entities”.
11. GOST R 55048-2012. Quality Management Systems. Specific Requirements for the Application of GOST R ISO 9001 in Construction.

Модель бизнес-инжиниринга интеграции стратегического и бюджетного управления в строительной организации

Астафьева Ольга Евгеньевна
доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экономика и управление в строительстве, Государственный университет управления, aoe@list.ru,

Брагин Юрий Александрович
магистрант кафедры «Экономика и управление в строительстве», Государственный университет управления, bragin_yu8@mail.ru

В статье разработана модель бизнес-инжиниринга интеграции стратегического и бюджетного управления в строительной организации. Обосновано, что при наличии разрывов между стратегическими целями, бюджетами, ресурсами, центрами ответственности и управленческим контролем возникает необходимость перехода от описания отдельных элементов к проектированию целевой управленческой архитектуры. Предложена пятиконтурная модель, включающая стратегический, организационно-процессный, бюджетно-ресурсный, информационно-аналитический и интеграционно-адаптивный контуры. Показано, что для строительных организаций важное значение имеют прикладные интерфейсы модели: сметно-стоимостный, ресурсно-материальный, договорно-закупочный и учетно-аналитический. Раскрыт организационно-функциональный механизм внедрения модели, включающий дорожную карту, распределение ответственности, регламенты, RACI-логику, алгоритм корректировки отклонений и систему контрольных показателей. Научная новизна статьи состоит в формировании модели, позволяющей связать стратегические цели, процессы, бюджеты, ресурсы, управленческие данные и корректирующие решения в единую архитектуру стратегико-бюджетной интеграции.

Ключевые слова: бизнес-инжиниринг, стратегическое управление, бюджетное управление, строительная организация, управленческая архитектура, RACI-матрица, бюджетно-ресурсный контур, управленческий контроль, корректирующие решения, девелопмент.

Введение

Современная строительная организация сталкивается с необходимостью согласования стратегических целей, проектного портфеля, бюджетов, ресурсов, сроков, цифровых данных и ответственности участников. При этом наличие стратегии, системы бюджетирования, проектного управления, управленческой отчетности и цифровых инструментов само по себе еще не означает, что между ними сформирована устойчивая управленческая связь. В крупной строительной или девелоперской компании управленческий разрыв часто возникает не из-за отсутствия отдельных инструментов, а из-за недостаточной согласованности между ними.

В условиях длительного инвестиционно-строительного цикла такая несогласованность имеет особенно существенные последствия. Стратегические решения должны быть обеспечены проектно-производственной программой, сметно-стоимостной базой, ресурсными лимитами, договорными условиями, цифровыми данными контроля и порядком корректировки отклонений. Если данные элементы развиваются автономно, бюджетирование может оставаться преимущественно финансовой процедурой, процессное управление — описанием операций, а цифровизация — технической инфраструктурой без достаточной связи с управленческими решениями [3; 5; 9; 13].

В научной и практической литературе достаточно подробно раскрываются вопросы стратегического управления, бюджетирования, процессного подхода, проектного управления и цифровизации строительной деятельности. Вместе с тем недостаточно разработан вопрос формирования целевой управленческой архитектуры, которая позволяла бы связать стратегические цели, бизнес-процессы, бюджеты, ресурсы, центры ответственности, цифровые данные и корректирующие решения в единую систему. Поэтому актуальной задачей становится разработка модели бизнес-инжиниринга, ориентированной не только на описание управленческих элементов, но и на проектирование устойчивых связей между ними.

Цель статьи состоит в разработке модели бизнес-инжиниринга интеграции стратегического и бюджетного управления в строительной организации. Методологической основой исследования выступили системный, процессный, проектный и сравнительно-аналитический подходы, а также логика организационного проектирования и управленческого контроля. Информационной основой послужили научные публикации по стратегическому управлению, процессному подходу, проектному управлению, цифровой трансформации и информационному моделированию, а также современные отраслевые и международные источники, раскрывающие требования к управлению проектами и цифровыми данными [1; 2; 7; 14; 15; 16]. Такой подход позволяет рассматривать модель не как универсальную схему для любой организации, а как управленческий инструмент, адаптированный к проектному характеру строительной деятельности, сметно-стоимостной базе, ресурсным ограничениям и необходимости регулярного контроля отклонений.

Научная новизна исследования заключается в формировании пятиконтурной модели бизнес-инжиниринга, в которой стратегические цели, процессы, ресурсы, бюджеты, управленческие данные и корректирующие решения рассматриваются как элементы единой архитектуры. В отличие от подходов, фокусирующихся только на стратегии, процессах, бюджетировании или цифровизации, предлагаемая модель направлена на проектирование связей между ними, что имеет особое значение для строительных организаций с проектно-портфельной структурой деятельности.

Пятиконтурная модель стратегико-бюджетной интеграции

Модель бизнес-инжиниринга должна строиться как ответ на выявленные управленческие разрывы. Для строительной организации недостаточно сформировать перечень отдельных инструментов управления. Необходимо определить, каким образом стратегические приоритеты переходят в проектный портфель, процессы, сметно-стоимостную базу, бюджеты объектов, ресурсные лимиты, цифровые данные, контроль отклонений и корректирующие решения.

Предлагаемая модель не направлена на замену действующей системы управления строительной организации. Ее задача состоит в согласовании существующих элементов управления и повышении прозрачности связей между ними. Такой подход особенно важен для компаний, ра-

ботающих с несколькими проектами, регионами, подрядными организациями, источниками финансирования и цифровыми системами. В этих условиях качество управления определяется не только развитостью отдельных функций, но и способностью организации обеспечивать их согласованную работу.

В основе модели находится пятиконтурная управленческая архитектура. Первый контур — стратегический. Он задает цели развития, стратегические приоритеты, сценарии, показатели и требования к результату. Для строительной организации этот контур должен быть связан с проектным портфелем, региональным развитием, земельным банком, финансовой устойчивостью и рыночным позиционированием.

Второй контур — организационно-процессный. Он обеспечивает перевод стратегических целей в процессы, роли, процедуры и зоны ответственности. Для строительства это особенно важно, поскольку реализация стратегии проходит через множество стадий: выбор площадки, проектирование, согласования, строительство, продажи, ввод объекта и последующее сопровождение.

Третий контур — бюджетно-ресурсный. Он связывает стратегические цели и процессы с финансовыми ограничениями, сметной стоимостью, ресурсами, лимитами и план-факт контролем. В данной логике бюджет не сводится к финансовому плану, а выступает инструментом распределения ресурсов и закрепления ответственности за достижение результата.

Четвертый контур — информационно-аналитический. Он обеспечивает сбор, обработку и интерпретацию данных о проектах, сроках, затратах, ресурсах, отклонениях и рисках. Цифровые инструменты в данном контуре рассматриваются не как самостоятельная цель, а как инфраструктура управленческого контроля и обоснования решений [9; 10; 15; 16].

Пятый контур — интеграционно-адаптивный. Он обеспечивает обратную связь между постановкой целей, исполнением, контролем и корректировкой. Именно этот контур превращает совокупность инструментов в систему управления, поскольку связывает выявление отклонений с выбором ответственного субъекта, уровнем реакции и корректирующим управленческим действием.

Таблица 1

Контуры модели бизнес-инжиниринга интеграции стратегического и бюджетного управления

Контур модели	Управленческая функция	Ключевой результат для строительной организации
Стратегический	Формирует цели развития, приоритеты, сценарии, KPI и требования к результату	Стратегия получает измеримые ориентиры и связь с проектным портфелем
Организационно-процессный	Переводит цели в процессы, роли, процедуры и зоны ответственности	Снижается разрыв между стратегическими решениями и фактическими действиями подразделений
Бюджетно-ресурсный	Связывает процессы с бюджетами, лимитами, сметной стоимостью и ресурсным обеспечением	Бюджеты становятся инструментом реализации стратегии, а не только финансового контроля
Информационно-аналитический	Обеспечивает данные о проектах, затратах, сроках, ресурсах, рисках и отклонениях	Цифровая информация используется для управленческого анализа и план-факт контроля
Интеграционно-адаптивный	Организует обратную связь, корректировку решений и распределение ответственности за отклонения	Система управления получает механизм реакции на изменения и выявленные отклонения

Источник: составлено авторами.

Данные таблицы 1 показывают, что модель ориентирована не на увеличение количества управленческих процедур, а на формирование связей между ними. Каждый контур выполняет самостоятельную функцию, однако управленческая ценность возникает только при их совместном применении. Стратегический контур задает направление, организационно-процессный контур определяет порядок действий, бюджетно-ресурсный контур обеспечивает ресурсное выражение целей, информационно-аналитический контур фиксирует состояние системы, а интеграционно-адаптивный контур переводит результаты контроля в корректирующие решения.

Для строительной организации необходимо также разграничивать контуры и интерфейсы модели. Контур представляет собой относительно самостоятельную часть управленческой архитектуры. Интерфейс, напротив, выполняет сквозную связующую функцию. К таким интерфейсам относятся сметно-стоимостный, ресурсно-материальный, договорно-закупочный и учетно-аналитический. Они не образуют отдельные контуры, но обеспечивают отраслевую конкретизацию модели, поскольку именно через сметы, материалы, договоры, закупки и учетные данные стратегия получает бюджетно-ресурсное выражение.

Сметно-стоимостный интерфейс связывает проектные решения и сметную стоимость с бюджетами и контролем затрат. Ресурсно-материальный интерфейс показывает зависимость бюджетов и сроков от материалов, поставщиков, логистики и изменения цен. Договорно-закупочный интерфейс отражает влияние подрядных обязательств и закупочных условий на бюджетные лимиты. Учетно-аналитический интерфейс обеспечивает переход от первичных данных и управленческой отчетности к анализу отклонений и корректирующим решениям.

Организационно-функциональный механизм внедрения модели

Наличие целевой модели само по себе не обеспечивает изменения управленческой практики. Для ее применения необходим организационно-функциональный механизм, который определяет последовательность внедрения, участников, документы, порядок распределения ответственности и алгоритм реагирования на отклонения. Без такого механизма модель рискует остаться концептуальной схемой, не встроенной в бюджетный цикл и управленческую отчетность.

Организационно-функциональный механизм должен включать несколько взаимосвязанных элементов. Во-первых, требуется дорожная карта внедрения, позволяющая перейти от диагностики управленческих разрывов к проектированию целевой архитектуры, пилотному применению и масштабированию. Во-вторых, необходима матрица ответственности, закрепляющая роли участников в процедурах стратегического планирования, бюджетирования, контроля отклонений и корректировки решений. В-третьих, модель должна быть поддержана управленческими документами: регламентом стратегико-бюджетной интеграции, паспортами KPI, формами план-факт анализа, картами процессов и правилами работы с отклонениями.

Особое значение имеет RACI-логика. Она позволяет снизить неопределенность в ситуациях, когда стратегические цели, бюджеты, сметно-стоимостные решения, ресурсные ограничения и цифровые данные находятся в зонах ответственности разных подразделений. При этом RACI-матрица не должна превращаться в избыточный регламент. Для практического применения важно ограничивать число согласующих участников и закреплять единственного субъекта, принимающего итоговое решение по ключевой процедуре.

Внедрение модели целесообразно осуществлять поэтапно. На первом этапе проводится уточняющая диагностика стратегических целей, бюджетного цикла, управленческой отчетности и цифровых данных. На втором этапе проектируется целевая архитектура: формируются связи «цель — показатель — процесс — ресурс — бюджет — ответственный». На третьем этапе модель проверяется в пилотном контуре: на группе проектов, региональном направлении или функциональном блоке. На четвертом этапе настраиваются процедуры контроля отклонений и управленческой отчетности. На пятом этапе модель масштабируется на основные направления деятельности.

Таблица 2

Организационно-функциональный механизм внедрения модели бизнес-инжиниринга

Элемент механизма	Содержание	Управленческий результат
Дорожная карта внедрения	Последовательность диагностики, проектирования, пилотирования, настройки контроля и масштабирования	Переход от модели к управленческому изменению становится поэтапным и контролируемым
Матрица связи целей и бюджетов	Связка стратегических целей с KPI, процессами, ресурсами, бюджетными элементами и ответственными субъектами	Стратегия получает бюджетно-ресурсное и организационное выражение
RACI-матрица	Распределение ролей Responsible, Accountable, Consulted, Informed по ключевым процедурам	Снижается размытость ответственности за согласования и корректирующие решения
Управленческие регламенты	Порядок бюджетно-ресурсного согласования, план-факт анализа, работы с отклонениями и обновления KPI	Формируется единый порядок взаимодействия стратегического, проектного, финансового и аналитического блоков
Алгоритм корректировки отклонений	Выявление отклонения, определение причины, оценка влияния, выбор уровня реакции и принятие решения	Контроль отклонений превращается в управленческое действие, а не остается только отчетной процедурой
Система показателей внедрения	Показатели связи стратегии и бюджетов, процессной дисциплины, скорости согласования, качества аналитики и сметно-ресурсной связности	Появляется возможность регулярного контроля результативности модели

Источник: составлено авторами.

Данные таблицы 2 показывают, что механизм внедрения модели должен сочетать организационные, регламентные, аналитические и кон-

трольные элементы. Его задача заключается не только в описании целевой архитектуры, но и в закреплении порядка ее применения. В строительной организации это особенно важно, поскольку ключевые решения находятся на стыке стратегии, проектного управления, сметно-договорной работы, закупок, бюджетирования и цифрового мониторинга.

С практической точки зрения механизм внедрения должен быть достаточно детализированным, но не избыточным. Его назначение состоит в том, чтобы закрепить минимально необходимый порядок взаимодействия между стратегическим, проектным, финансово-экономическим, сметным, закупочным и аналитическим блоками организации. Именно поэтому в модели особое значение имеют не только контуры управления, но и интерфейсы, через которые информация о целях, ресурсах, затратах, сроках и отклонениях переходит в управленческое решение.

Алгоритм управленческой корректировки является центральным элементом интеграционно-адаптивного контура. Он должен обеспечивать последовательный переход от факта отклонения к управленческому решению: фиксация отклонения, классификация причины, оценка влияния на бюджет, сроки, ресурсы и стратегические показатели, определение ответственного субъекта, выбор варианта корректировки и контроль исполнения решения. Такая логика позволяет избежать ситуации, при которой отклонения только фиксируются в отчетности, но не приводят к изменению действий.

Для строительной организации важно классифицировать отклонения не только по финансовому признаку. Они могут иметь сметно-стоимостную, ресурсно-материальную, договорно-закупочную, организационно-процессную, информационно-аналитическую или внешнюю природу. От правильной классификации зависит выбор корректирующего действия: пересмотр лимитов, изменение графика, уточнение сметной стоимости, корректировка закупочных условий, перераспределение ответственности или изменение проектного решения.

Ожидаемый эффект и границы применения модели

Оценка результативности модели должна учитывать не только прямой экономический эффект, но и изменение качества управленческого цикла. Основной результат бизнес-инжиниринга состоит в том, что стратегические решения получают ресурсное выражение, бюджетные решения связываются с процессами и ответственными участниками, цифровые данные используются для контроля отклонений, а отклонения переводятся в корректирующие действия.

Для оценки ориентиров применения модели может использоваться пятибалльная шкала зрелости стратегико-бюджетной интеграции. В данной логике результативность модели выражается не в достижении заранее заданного значения по отдельной компании, а в переходе управленческой системы к более высокому уровню согласованности стратегии, процессов, бюджетов, ресурсов и контроля. Целевое состояние может характеризоваться наличием формализованных связей между стратегическими целями, бюджетными лимитами, центрами ответственности, цифровыми данными и алгоритмом корректирующих действий.

Расчетный экономический эффект также должен интерпретироваться осторожно. В прикладном использовании модели он может определяться через снижение трудоемкости согласований, подготовку управленческой отчетности, сокращение дублирующих процедур, ускорение анализа отклонений и повышение качества план-факт контроля. При этом такой эффект не следует рассматривать как автоматическую экономию денежных средств: он возникает только при фактическом изменении регламентов, распределении ответственности, исключении повторяющихся операций и регулярном применении единого порядка корректировки решений.

Система показателей результативности должна включать несколько групп индикаторов. К первой группе относится связь стратегии и бюджетов: доля стратегических целей, обеспеченных бюджетными лимитами и ответственными участниками. Ко второй группе относится процессная дисциплина: доля ключевых процедур, закрепленных в регламентах и RACI-матрице. К третьей группе относится скорость бюджетного цикла: срок согласования корректировок бюджета и лимитов. К четвертой группе относится качество информационно-аналитического контроля: доля отклонений, выявленных до наступления критического порога. К пятой группе относится сметно-ресурсная связность: доля существенных отклонений, по которым определена причина и назначен ответственный субъект.

Границы применения модели определяются масштабом организации и зрелостью управленческой системы. Наиболее целесообразно использовать ее в средних и крупных строительных или девелоперских организациях, для которых характерны проектно-портфельная структура, несколько центров ответственности, развитый бюджетный цикл, необходимость управления сметно-стоимостной и ресурсной информацией, а также наличие цифровых данных хотя бы в отдельных контурах управления. Для малых организаций модель может быть избыточной и требует упрощения состава регламентов, показателей и процедур.

Практическое значение модели заключается в возможности ее применения как основы для совершенствования бюджетного цикла, план-факт контроля, управленческой отчетности, распределения ответственности и цифрового контура управления. При этом внедрение модели не требует обязательной капитальной замены информационных систем. На начальном этапе более важным является методическое и организационное согласование данных, форм отчетности, маршрутов согласования и зон ответственности.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что интеграция стратегического и бюджетного управления в строительной организации требует не только выявления уровня согласованности, но и разработки целевой модели управленческой архитектуры. Предложенная пятиконтурная модель бизнес-инжиниринга связывает стратегический, организационно-процессный, бюджетно-ресурсный, информационно-аналитический и интеграционно-адаптивный контуры. Такое построение позволяет рассматривать управление строительной организацией как систему взаимосвязанных решений, а не как совокупность отдельных функций.

Отличие модели состоит в том, что она не подменяет стратегическое управление, BPM, бюджетирование, управленческий учет или цифровизацию, а определяет порядок их согласованного применения. Для строительной организации это означает необходимость связать стратегические цели с проектным портфелем, процессами, сметно-стоимостной базой, ресурсным обеспечением, бюджетами, ответственными участниками, цифровыми данными и корректирующими решениями.

Организационно-функциональный механизм внедрения модели включает дорожную карту, матрицу связи целей и бюджетов, RACI-логику, управленческие регламенты, алгоритм корректировки отклонений и систему показателей результативности. Такой состав механизма позволяет перевести модель из уровня теоретической схемы в последовательность управленческих действий, связанных с бюджетным циклом, проектно-производственной программой и контролем отклонений.

Ожидаемый эффект от применения модели не должен оцениваться только через прямую экономию. Расчетная логика показывает, что организационно-управленческие изменения могут иметь измеримый результат, однако основная ценность модели состоит в повышении управляемости строительной организации, прозрачности ответственности, качества план-факт контроля и способности системы управления своевременно корректировать стратегические, бюджетные и ресурсные решения. Полученные результаты могут быть использованы строительными и девелоперскими организациями при совершенствовании стратегического и бюджетного управления, регламентации процедур план-факт контроля, распределении ответственности между участниками управленческого цикла и развитии цифровой аналитики.

Литература

1. Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов / пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 454 с.

2. Фролова А.С. Управление расходами на персонал на основе процессного бюджетирования: дис. ... канд. экон. наук. – М., 2021. – 190 с.

3. Кисель Т.Н., Прохорова Ю.С. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы: монография. – М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2023. – URL: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrytogo-dostupa/ (дата обращения: 10.02.2026).

4. Васильковский С.А., Ковалева Г.Г., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Зинина Т.С., Рудник П.Б. Индекс цифровизации отраслей экономики и социальной сферы. – М.: НИУ ВШЭ, 2023. – URL: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/785333175.pdf (дата обращения: 10.02.2026).

5. ISO 21500:2021. Project, programme and portfolio management — Context and concepts. – Geneva: International Organization for Standardization, 2021.

6. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. – Geneva: International Organization for Standardization, 2020.

7. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. – Newtown Square: Project Management Institute, 2021. – 250 p.

8. Project Management Institute. Process Groups: A Practice Guide. – Newtown Square: Project Management Institute, 2023.

9. ISO 19650-3:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets. – Geneva: International Organization for Standardization, 2020.

10. ISO 19650-4:2022. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 4: Information exchange. – Geneva: International Organization for Standardization, 2022.

11. Fischer M., Imgrund F., Janiesch C., Winkelmann A. Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management // Information & Management. – 2020. – Vol. 57, No. 5. – Article 103262. – DOI: 10.1016/j.im.2019.103262.

12. Kretschmer T., Khashabi P. Digital Transformation and Organization Design: An Integrated Approach // California Management Review. – 2020. – Vol. 62, No. 4. – P. 86–104. – DOI: 10.1177/0008125620940296.

13. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N., Haenlein M. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research. – 2021. – Vol. 122. – P. 889–901. – DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.

14. Wamba S.F., Queiroz M.M. Managing the Digital Transformation: Aligning Technologies, Business Models, and Operations. – Boca Raton: CRC Press, 2022.

15. Baduge S.K., Thilakarathna S., Perera J.S., Arashpour M., Sharafi P., Teodosio B., Shringi A., Mendis P. Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications // Automation in Construction. – 2022. – Vol. 141. – Article 104440.

16. Pan Y., Zhang L. A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management // Automation in Construction. – 2021. – Vol. 124. – Article 103564.

Business engineering model for integrating strategic and budgetary management in a construction organization

Astafieva O.E., Bragin Yu.A.
State University of Management

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article develops a business engineering model for integrating strategic and budgetary management in a construction organization. It is substantiated that, when gaps arise between strategic goals, budgets, resources, responsibility centers and management control, it becomes necessary to move from describing separate management elements to designing a target management architecture. A five-contour model is proposed, including strategic, organizational-process, budget-resource, information-analytical and integration-adaptive contours. It is shown that applied interfaces of the model are especially important for construction organizations: cost-estimate, resource-material, contract-procurement and accounting-analytical interfaces. The organizational and functional implementation mechanism is disclosed, including a roadmap, distribution of responsibility, regulations, RACI logic, an algorithm for correcting deviations and a system of control indicators. The scientific novelty of the article consists in forming a model that links strategic goals, processes, budgets, resources, management data and corrective decisions into a unified architecture of strategic and budgetary integration.

Keywords: business engineering, strategic management, budgetary management, construction organization, management architecture, RACI matrix, budget-resource contour, management control, corrective decisions, development.

References

1. Porter M. Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Moscow: Alpina Publisher, 2020. 454 p. (In Russian).
2. Frolova A.S. Management of Personnel Costs Based on Process Budgeting: Cand. Sci. (Econ.) Dissertation. Moscow, 2021. 190 p. (In Russian).
3. Kisel T.N., Prokhorova Yu.S. Study of the Level of Digitalization at Russian Enterprises of the Investment and Construction Sector: Monograph. Moscow: MISI-MGSU Publishing House, 2023. Available at: http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkrytogo-dostupa/ (accessed: 10.02.2026). (In Russian).
4. Vasilkovsky S.A., Kovaleva G.G., Abdrakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Zinina T.S., Rudnik P.B. Digitalization Index of Economic and Social Sectors. Moscow: HSE University, 2023. Available at: https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/785333175.pdf (accessed: 10.02.2026). (In Russian).
5. ISO 21500:2021. Project, programme and portfolio management — Context and concepts. Geneva: International Organization for Standardization, 2021.
6. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management — Guidance on project management. Geneva: International Organization for Standardization, 2020.
7. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7th ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2021. 250 p.
8. Project Management Institute. Process Groups: A Practice Guide. Newtown Square: Project Management Institute, 2023.
9. ISO 19650-3:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets. Geneva: International Organization for Standardization, 2020.
10. ISO 19650-4:2022. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 4: Information exchange. Geneva: International Organization for Standardization, 2022.
11. Fischer M., Imgrund F., Janiesch C., Winkelmann A. Strategy archetypes for digital transformation: Defining meta objectives using business process management // Information & Management. 2020. Vol. 57, No. 5. Article 103262. DOI: 10.1016/j.im.2019.103262.
12. Kretschmer T., Khashabi P. Digital Transformation and Organization Design: An Integrated Approach // California Management Review. 2020. Vol. 62, No. 4. P. 86–104. DOI: 10.1177/0008125620940296.
13. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N., Haenlein M. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. P. 889–901. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
14. Wamba S.F., Queiroz M.M. Managing the Digital Transformation: Aligning Technologies, Business Models, and Operations. Boca Raton: CRC Press, 2022.
15. Baduge S.K., Thilakarathna S., Perera J.S., Arashpour M., Sharafi P., Teodosio B., Shringi A., Mendis P. Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications // Automation in Construction. 2022. Vol. 141. Article 104440.
16. Pan Y., Zhang L. A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management // Automation in Construction. 2021. Vol. 124. Article 103564.

Маркетинговая функция стилобата в конкурентном позиционировании жилых комплексов

Гуреев Кирилл Александрович
кандидат экономических наук, доцент, кафедра строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, gureev.prof@gmail.com,

Малых Илья Александрович
магистрант, кафедра строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, ilya.malykh@gmail.com,

Вагапов Вадим Ильясович
магистрант, кафедра строительного инжиниринга и материаловедения, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, vade159@gmail.com

В статье рассматривается стилобатное пространство жилого комплекса как инструмент конкурентного позиционирования на рынке новостроек [5–8]. Актуальность исследования обусловлена усилением конкуренции между девелоперскими проектами, расположенными в сопоставимых локационных и ценовых условиях. В таких условиях архитектурно-планировочные решения всё чаще используются не только как технические элементы проекта, но и как способы формирования потребительской ценности [3; 4].

Цель исследования состоит в выявлении того, каким образом стилобат превращается из архитектурно-строительного элемента в маркетинговое преимущество жилого комплекса. Методологическую основу работы составляют анализ маркетинговых материалов девелоперов, сравнительное рассмотрение способов позиционирования жилых комплексов, а также обобщение открытых потребительских оценок и отраслевых публикаций.

В результате исследования предложена логика анализа маркетинговой функции стилобата через три взаимосвязанных уровня: **функция**, **образ** и **доверие** [1–3]. На первом уровне стилобат рассматривается как функциональный элемент проекта, обеспечивающий двор без машин, разделение потоков, размещение инфраструктуры и повышение приватности. На втором уровне показано, как эти характеристики преобразуются в эмоциональный образ будущей жизни: безопасность, комфорт, статус, принадлежность к определённой среде. На третьем уровне выявлены факторы доверия к маркетинговому обещанию: эксплуатационная реализуемость, качество озеленения, удобство доступа, стоимость содержания и работа управляющей компании.

Научная новизна исследования состоит в рассмотрении стилобата не только как архитектурно-строительного или эксплуатационного решения, но и как элемента маркетинговой дифференциации жилых комплексов. Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенной логики «функция — образ — доверие» при анализе конкурентных преимуществ девелоперских проектов, формировании маркетинговых стратегий и повышении осознанности потребительского выбора.

Ключевые слова: стилобат, жилой комплекс, девелопмент, рынок новостроек, конкурентная дифференциация, маркетинг недвижимости, потребительский выбор, благоустройство.

Введение

Современный рынок жилой недвижимости крупных агломераций характеризуется усилением конкуренции между девелоперскими проектами, сопоставимыми по локации, классу, транспортной доступности и ценовому уровню [5; 6; 8]. В этих условиях традиционные параметры выбора — площадь квартиры, стоимость квадратного метра, удалённость от транспортной инфраструктуры — сохраняют значение, но всё реже обеспечивают устойчивое конкурентное отличие [3; 4]. Возрастает роль характеристик жилой среды, позволяющих покупателю оценивать не только квартиру, но и качество будущего образа жизни [2–4].

Одним из таких элементов становится стилобат — приподнятая платформа, объединяющая жилые корпуса, дворовое пространство, паркинг, коммерческие помещения и благоустройство [5–7]. В современной девелоперской практике он всё чаще рассматривается не только как конструктивное решение, но и как инструмент рыночного позиционирования проекта [5; 6; 8].

В маркетинговых материалах стилобат обычно связывается с двором без машин, безопасной средой для детей, приватностью, доступностью сервисов и благоустроенным пространством у дома [5; 6; 8]. При этом его ценность для покупателя определяется не только самим фактом наличия, но и тем, какую функцию он выполняет в составе жилого комплекса, какой образ будущей жизни формирует и насколько можно доверять заявленному маркетинговому обещанию [1; 5; 6].

Исследовательская проблема состоит в двойственной природе стилобата: с одной стороны, он выступает архитектурно-строительным и функциональным элементом объекта недвижимости, с другой — становится символическим носителем обещаемого качества жизни и средством конкурентной дифференциации [3; 5; 6]. Цель статьи — показать, каким образом стилобат превращается из технического решения в маркетинговый аргумент выбора на рынке новостроек.

Для достижения этой цели необходимо решить несколько задач: определить функциональную роль стилобата; показать, как его свойства преобразуются в маркетинговые образы безопасности, комфорта и статуса; выявить факторы доверия к этим образам на этапе эксплуатации [1–4]. В качестве аналитической рамки используется логика «функция — образ — доверие».

1. Логика исследования: функция, образ, доверие

Маркетинговая функция стилобата раскрывается не через описание самого архитектурного элемента, а через анализ того, как он включается в потребительское восприятие жилого комплекса. Для этого целесообразно рассматривать стилобат последовательно на трёх уровнях: как **функцию**, как **образ** и как **объект доверия**.

Функция показывает, что стилобат реально добавляет жилому комплексу. На этом уровне речь идёт о пространственной организации проекта: отделении двора от автомобильного движения, размещении паркинга и коммерческих помещений, создании приподнятого дворового пространства, ограничении транзитных потоков, формировании более контролируемой и приватной территории. Здесь стилобат выступает как часть продукта, то есть как архитектурно-планировочное решение, которое может отличать один жилой комплекс от другого.

Образ показывает, как функциональные характеристики переводятся в язык потребительских выгод. Двор без машин превращается в образ безопасного детства; приподнятая территория — в ощущение приватности и отделённости от городской среды; озеленённое пространство — в представление о дворе-парке; общественные зоны и сервисы — в сценарий комфортной жизни «всё рядом». Именно на этом уровне стилобат становится не только проектным элементом, но и частью маркетингового обещания.

Доверие показывает, насколько заявленный образ может быть подтверждён будущей эксплуатационной реальностью. Для покупателя важно не только то, что обещано в рекламных материалах, но и то, будет ли пространство действительно удобным, зелёным, доступным, безопасным и приемлемым по стоимости содержания после заселения. На этом уровне возникают вопросы качества озеленения, микроклимата, удобства доступа, режима эксплуатации, работы управляющей компании и прозрачности будущих расходов.

Такая логика позволяет избежать двух крайностей. С одной стороны, стилобат не сводится к техническому описанию платформы, перекрытия или основания под дворовое пространство. С другой стороны, он

не рассматривается только как рекламный образ, оторванный от проектной и эксплуатационной реальности. Напротив, маркетинговая функция стилобата возникает именно в связке: **что построено — как это представлено — насколько этому можно доверять**.

В теоретическом отношении данная логика опирается на три подхода. Первый связан с дифференциацией продукта: жилой комплекс конкурирует не только ценой и площадью квартиры, но и характеристиками среды [3]. Второй связан с потребительским восприятием: покупатель оценивает не только параметры объекта, но и образ будущей жизни [2–4]. Третий связан с информационной асимметрией: часть свойств строящегося объекта не может быть полноценно проверена до начала эксплуатации [1]. Однако в рамках данной статьи эти подходы используются не как самостоятельные теоретические блоки, а как основания для единой аналитической схемы «функция — образ — доверие».

2. Методология исследования маркетинговой функции стилобата

Для выявления маркетинговой функции стилобата анализируются прежде всего те источники, через которые покупатель воспринимает жилой комплекс до принятия решения о покупке: сайты девелоперов, презентации проектов, рекламные описания, визуализации, отраслевые публикации и открытые потребительские оценки [5–8]. Такой подход позволяет рассматривать стилобат не как самостоятельный конструктивный элемент, а как часть коммуникации между застройщиком и потенциальным покупателем.

Методологическая логика исследования строится по схеме «функция — образ — доверие» [1–3]. Сначала анализируются функциональные характеристики стилобата, используемые девелоперами как конкурентные преимущества; затем рассматривается, какие потребительские смыслы и эмоциональные образы формируются вокруг этих характеристик; после этого сопоставляются маркетинговые обещания и те эксплуатационные параметры, которые могут влиять на доверие покупателя [1; 2; 5; 6].

На функциональном уровне внимание уделяется таким характеристикам, как организация двора без машин, разделение потоков, размещение паркинга и коммерческих помещений, приватность территории, благоустройство и инфраструктурное наполнение [5–7]. На образном уровне анализируется, каким образом эти свойства переводятся в язык потребительских ожиданий: безопасности, комфорта, статуса, приватности и сценария жизни «всё рядом» [2–4]. На уровне доверия рассматриваются те характеристики, которые чаще всего проверяются уже после заселения: качество озеленения, удобство доступа, микроклимат, стоимость содержания и работа управляющей компании [1; 4–6].

Исследование носит качественный, аналитический характер и не ставит целью количественную оценку влияния стилобата на стоимость жилья или темпы продаж. Основное внимание сосредоточено на выявлении тех факторов, через которые стилобат влияет на потребительское восприятие и конкурентное позиционирование жилого комплекса [3; 5; 6]

3. Функция: что стилобат добавляет жилому комплексу

Первый уровень анализа связан с функциональной ролью стилобата. На этом уровне стилобат рассматривается как архитектурно-планировочное решение, которое позволяет иначе организовать пространство жилого комплекса и за счёт этого сформировать отличия от конкурирующих проектов.

Наиболее очевидная функция стилобата — организация двора без машин [5–7]. Приподнятая платформа позволяет отделить пешеходное пространство от автомобильного движения, разместить паркинг и технические зоны ниже уровня двора, а территорию для прогулок, отдыха и детских игр — выше. В маркетинговом позиционировании это превращается в один из базовых аргументов: покупателю демонстрируется более безопасная и контролируемая среда.

Вторая функция связана с разграничением потоков. Стилобат позволяет разделить движение жителей, автомобилей, посетителей коммерческих помещений, курьеров и сервисных служб. Для жилого комплекса это важно не только с точки зрения удобства, но и с точки зрения восприятия порядка. Чем меньше хаотичных пересечений между транспортом, пешеходами и обслуживающими потоками, тем выше ощущение организованности пространства.

Третья функция заключается в создании более приватной дворовой среды. Приподнятое пространство может быть менее доступно для случайного транзита и посторонних лиц. Это не означает полной изоляции жилого комплекса от городской среды, но позволяет девелоперу сформировать образ территории, предназначенной преимущественно для жителей.

Четвёртая функция связана с размещением инфраструктуры. Под стилобатом или в его составе могут находиться паркинг, коммерческие помещения, кладовые, инженерные зоны, бытовые сервисы, общественные пространства [5; 6]. Поэтому стилобат часто работает не только как двор, но и как пространственный «слой», в котором совмещаются разные функции жилого комплекса.

Таблица 1

Функциональные характеристики стилобата как основа конкурентного отличия

Функция стилобата	Как она проявляется в проекте	Какое конкурентное отличие формирует
Двор без машин	Пешеходное пространство вынесено выше уровня транспорта	Безопасность, снижение конфликтов между автомобилями и пешеходами
Разделение потоков	Разные маршруты для жителей, автомобилей, гостей и сервисных служб	Более организованная и управляемая среда
Приватность территории	Приподнятое и контролируемое дворовое пространство	Ограничение транзита и присутствия посторонних лиц
Размещение инфраструктуры	Паркинг, коммерческие помещения, сервисы, общественные зоны	Более насыщенная функциональная структура комплекса
Благоустройство	Озеленение, площадки, зоны отдыха, прогулочные маршруты	Повышение качества дворовой среды

Таким образом, на функциональном уровне стилобат действительно может выступать как элемент продуктовой дифференциации [3; 5; 6]. Он позволяет девелоперу показать, что жилой комплекс отличается от типового дома не только фасадом или планировками квартир, но и способом организации повседневной среды. Однако функция сама по себе ещё не является полноценным маркетинговым преимуществом. Чтобы стать аргументом выбора, она должна быть переведена в понятный покупателю образ.

4. Образ: как функция превращается в маркетинговое обещание

Второй уровень анализа связан с тем, как функциональные характеристики стилобата преобразуются в маркетинговый образ. Покупатель редко воспринимает стилобат как инженерную платформу, перекрытие над паркингом или сложный конструктивный узел. В маркетинговой коммуникации он сталкивается с другим языком: безопасный двор, приватный парк, жизнь выше города, инфраструктура рядом с домом.

Функция двора без машин чаще всего превращается в образ безопасного детства [2; 4; 5]. В рекламных материалах акцент делается на детских площадках, спокойных прогулках, отсутствии автомобильного движения и возможности проводить время во дворе без ощущения постоянной угрозы. Для семейных покупателей это один из наиболее понятных и эмоционально сильных аргументов.

Функция отделения от улицы преобразуется в образ приватности. Приподнятый двор может восприниматься как территория «для своих», отделённая от случайного городского потока. В проектах более высокого класса этот образ усиливается через закрытые зоны отдыха, ландшафтный дизайн, камерные пространства и визуальный акцент на уединении.

Функция благоустройства превращается в образ двора-парка [4–6]. Озеленение, прогулочные маршруты, зоны отдыха, места для общения и визуализации с зелёной средой создают у покупателя представление о более высоком качестве жизни. При этом важно, что покупатель воспринимает не отдельные элементы благоустройства, а целостный сценарий: где он будет гулять, отдыхать, проводить время с детьми или встречаться с соседями.

Функция инфраструктурного насыщения преобразуется в образ жизни «всё рядом» [5; 6; 8]. Коворкинг, кафе, фитнес-зоны, детские пространства, бытовые сервисы и общественные помещения позволяют застройщику показать жилой комплекс как самостоятельную среду повседневности. В таком позиционировании стилобат становится не просто двором, а центром внутренней жизни проекта.

На этом уровне стилобат становится полноценным маркетинговым инструментом. Его ценность для покупателя формируется не только через то, что он физически даёт проекту, но и через то, какой образ жизни вокруг него создаётся. В конкурентной ситуации выигрывает не обязательно проект с наиболее сложным конструктивным решением, а проект, который лучше переводит функцию в понятную и убедительную потребительскую выгоду [2; 3].

Однако маркетинговый образ не может существовать отдельно от будущего опыта эксплуатации. Если заявленный образ не подтвержда-

ется реальным использованием пространства, конкурентное преимущество может превратиться в источник разочарования. Поэтому следующий уровень анализа связан с доверием к обещанию.

Таблица 2
Превращение функций стилобата в маркетинговые образы

Функция	Маркетинговый образ	Потребительское ожидание
Двор без машин	Безопасное детство	Ребёнок может гулять в более защищённой среде
Отделение от улицы	Приватный двор	Житель получает пространство, отделённое от городского шума и транзита
Благоустройство	Двор-парк	Повседневная среда воспринимается как более зелёная и комфортная
Приподнятое пространство	Жизнь выше города	Проект воспринимается как более современный и статусный
Инфраструктурное наполнение	Всё рядом	Часть повседневных потребностей можно закрыть внутри комплекса

5. Доверие: где маркетинговое обещание проверяется эксплуатацией

Третий уровень анализа связан с тем, насколько маркетинговый образ стилобата подтверждается эксплуатационной реальностью. На этапе покупки покупатель чаще всего видит визуализации, рекламные описания, планировочные решения и обещания застройщика [1; 2]. Однако многие характеристики стилобатного пространства становятся понятны только после заселения.

Одна из ключевых зон проверки — озеленение [4–6]. В маркетинговых материалах стилобат часто представлен как зелёный двор или двор-парк. Однако на практике качество озеленения зависит от толщины грунта, допустимых нагрузок на конструкции, системы полива, дренажа, подбора растений и регулярного ухода. Если эти условия не раскрываются заранее, ожидание полноценного зелёного пространства может не совпасть с фактическим результатом.

Вторая зона проверки — микроклимат [4; 5]. Приподнятые и открытые пространства могут быть более подвержены ветру, перегреву, недостатку тени, обледенению или сезонным ограничениям использования. Эти характеристики трудно оценить по рендерам, но именно они определяют, насколько комфортно жители будут пользоваться двором в повседневной жизни.

Третья зона проверки — доступность. Стилобат может выглядеть привлекательным на визуализациях, но его реальная ценность зависит от того, насколько удобно попасть на него с коляской, велосипедом, детским самокатом, маломобильным пользователям, гостям, курьерам и службам доставки. Недостаточно продуманная организация доступа снижает практическую ценность даже качественно оформленного пространства.

Четвёртая зона проверки — стоимость и качество эксплуатации [1; 5; 6]. Стилобат требует уборки, обслуживания покрытий, ухода за растениями, контроля доступа, ремонта инженерных систем и гидроизоляции. Если будущие расходы и зона ответственности управляющей компании заранее не объяснены, после заселения они могут стать источником конфликтов между жителями, управляющей организацией и застройщиком.

Таблица 3
Факторы доверия к маркетинговому обещанию стилобата

Маркетинговое обещание	Что проверяется после заселения	Почему это важно для доверия
Озеленённый двор-парк	Реальное качество растений, уход, полив, состояние грунта	Покупатель сопоставляет визуальный образ с фактической средой
Комфортное пространство отдыха	Ветер, тень, перегрев, сезонность использования	Комфорт определяется не рендером, а повседневным опытом
Территория только для жителей	Работа контроля доступа, режим прохода гостей и курьеров	Приватность должна сочетаться с бытовым удобством
Двор без машин	Реальные правила подъезда спецтехники, сервисов и доставки	Безопасность зависит от организации режимов доступа
Инфраструктура «всё рядом»	Востребованность сервисов, режим работы, стоимость содержания	Обещанная инфраструктура должна быть реально полезной жителям

Доверие становится важным элементом конкурентного позиционирования [1; 2]. Для покупателя имеет значение не только яркость маркетингового образа, но и уверенность в том, что этот образ будет реализован после ввода объекта в эксплуатацию. Для девелопера это означает, что устойчивое преимущество формируется не только через привлекательные визуализации, но и через прозрачное объяснение параметров будущей среды.

Таким образом, маркетинговая функция стилобата не заканчивается на этапе продажи. Она продолжается в эксплуатации, где заявленные преимущества либо подтверждаются, либо начинают восприниматься как завышенные ожидания. Чем сложнее стилобатное пространство, тем выше значение доверия к девелоперу, управляющей компании и качеству проектных решений.

6. Концептуальная модель маркетинговой функции стилобата

На основе проведённого анализа можно предложить концептуальную модель маркетинговой функции стилобата. Она описывает путь, по которому архитектурно-строительное решение превращается в фактор конкурентного позиционирования жилого комплекса.

Первый этап — **техническое решение**. На этом уровне стилобат существует как часть архитектурно-планировочной структуры проекта: основание, перекрытие, платформа, пространство над паркингом или коммерческими помещениями. Сам по себе этот уровень важен для проектировщиков и строителей, но для покупателя он обычно не является главным языком восприятия.

Второй этап — **функциональное преимущество**. Техническое решение начинает объясняться через практическую пользу: двор без машин, разделение потоков, приватность, размещение инфраструктуры, благоустройство. На этом этапе стилобат становится частью продуктовой дифференциации жилого комплекса.

Третий этап — **маркетинговый образ**. Функциональные преимущества переводятся в эмоционально понятные смыслы: безопасное детство, приватный парк, жизнь выше города, комфортная среда, всё рядом. Именно на этом этапе стилобат становится частью обещания будущего образа жизни.

Четвёртый этап — **потребительское ожидание**. Покупатель начинает оценивать жилой комплекс через призму представленного образа. Он сравнивает не только цену и планировку, но и предполагаемую повседневность: где будет гулять ребёнок, как будет устроен двор, насколько территория будет приватной, какие сервисы будут доступны рядом с домом.

Пятый этап — **эксплуатационная проверка**. После заселения становится понятно, насколько заявленный образ соответствует реальности. Проверяются озеленение, микроклимат, доступность, обслуживание, стоимость содержания, работа управляющей компании и востребованность инфраструктуры.

В обобщённом виде модель может быть представлена следующим образом:

Техническое решение → Функциональное преимущество → Маркетинговый образ → Потребительское ожидание → Эксплуатационная проверка → Доверие к проекту и застройщику.

Таблица 4
Модель превращения стилобата в маркетинговое преимущество

Этап	Содержание этапа	Ключевой вопрос
Техническое решение	Стилобат как архитектурно-строительный элемент	Что построено?
Функциональное преимущество	Двор без машин, приватность, инфраструктура, благоустройство	Что это даёт жителю?
Маркетинговый образ	Безопасность, комфорт, статус, жизнь «всё рядом»	Как это представлено покупателю?
Потребительское ожидание	Представление о будущей повседневной жизни	Почему покупатель хочет выбрать этот ЖК?
Эксплуатационная проверка	Реальное использование пространства после заселения	Подтверждается ли обещание?
Доверие	Репутационный и конкурентный эффект	Усиливает ли это доверие к проекту и застройщику?

Предложенная модель показывает, что стилобат влияет на конкурентное позиционирование не сам по себе, а через последовательное преобразование технического решения в потребительскую ценность. Если функция, образ и эксплуатационная реальность согласованы между собой, стилобат может стать устойчивым конкурентным преимуществом. Если же между ними возникает разрыв, маркетинговый эффект может оказаться краткосрочным и смениться снижением доверия после заселения.

7. Обсуждение результатов

Проведённый анализ показывает, что стилобатное пространство выступает заметным инструментом конкурентной дифференциации на

рынке жилой недвижимости, особенно в проектах, близких по локации, классу жилья и ценовому диапазону [5; 6; 8]. В таких условиях значение приобретают не только характеристики квартиры, но и свойства жилой среды, которые формируют для покупателя представление о будущей повседневной жизни [2–4].

Главный результат исследования состоит в том, что стилобат целесообразно рассматривать как связку трёх взаимосвязанных элементов: функции, образа и доверия [1–4]. Функция отражает реальные пространственные и инфраструктурные преимущества проекта, образ переводит их в понятные потребительские смыслы, а доверие показывает, насколько маркетинговое обещание подтверждается в эксплуатации [1; 2; 5; 6].

Для девелопера такая логика означает необходимость более точной и прозрачной коммуникации с покупателем. Недостаточно представить стилобат только как эффектный элемент проекта; важно показать, каким образом будут обеспечены безопасность, озеленение, удобство доступа, режим использования пространства и его дальнейшее обслуживание [5; 6].

Для покупателя предложенная схема может служить инструментом более осознанного сравнения жилых комплексов. Оценка стилобата должна включать не только визуальное впечатление и рекламный образ, но и анализ его реальных функций, условий эксплуатации и факторов, влияющих на качество повседневной среды [1; 4–6].

В более широком рыночном контексте прозрачная коммуникация о возможностях и ограничениях стилобатных пространств способствует укреплению доверия к девелоперским проектам. Если заявленный образ подтверждается эксплуатационной практикой, стилобат становится не краткосрочным рекламным аргументом, а устойчивым элементом конкурентного позиционирования жилого комплекса [1; 5; 6]

Заключение

Стилобат в современных жилых комплексах перестаёт быть исключительно архитектурно-строительным элементом и всё чаще выполняет маркетинговую функцию [5–8]. Он становится способом представить проект как более безопасный, приватный, современный и инфраструктурно насыщенный по сравнению с конкурирующими жилыми комплексами.

В ходе исследования предложена логика анализа маркетинговой функции стилобата через три взаимосвязанных уровня: **функция**, **образ** и **доверие**. На уровне функции стилобат рассматривается как архитектурно-планировочное решение, позволяющее организовать двор без машин, разделить потоки, повысить приватность и разместить дополнительную инфраструктуру. На уровне образа эти характеристики превращаются в потребительские смыслы: безопасное детство, приватный двор, двор-парк, жизнь выше города, инфраструктура «всё рядом». На уровне доверия маркетинговое обещание сопоставляется с будущей эксплуатационной реальностью.

Показано, что потребительская ценность стилобата формируется не только его физическими параметрами, но и способом их представления в маркетинговой коммуникации. Покупатель воспринимает стилобат через совокупность рациональных ожиданий, эмоциональных образов и практических сценариев будущего использования.

Одновременно выявлены зоны возможного расхождения между рекламным образом и эксплуатационной реальностью. К ним относятся ограничения озеленения, микроклиматические особенности, стоимость содержания, организация доступа и зависимость качества среды от работы управляющей компании. Эти факторы не снижают значения стилобата как конкурентного преимущества, но требуют более прозрачной и содержательной коммуникации со стороны девелопера.

Научная значимость исследования заключается в рассмотрении стилобата как элемента маркетинговой дифференциации жилых комплексов. Практическая значимость состоит в возможности использования предложенной модели «функция — образ — доверие» при анализе конкурентных преимуществ проектов, разработке девелоперских стратегий и повышении осознанности потребительского выбора.

Перспективы дальнейших исследований связаны с количественной оценкой влияния стилобата на стоимость квартир, скорость продаж и динамику вторичного рынка, а также с проведением опросов жителей уже введённых в эксплуатацию жилых комплексов для сопоставления первоначальных ожиданий и фактического опыта использования стилобатных пространств.

Литература

1. Акерлоф Дж. Рынок «лимонов»: неопределённость качества и рыночный механизм // THESIS. — 1994. — Вып. 5. — С. 91–104.
2. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. — М.: АСТ, 2014. — 653 с.
3. Ланкастер К. Перемены и новаторство в технологии потребления // Вехи экономической мысли. Теория потребительского поведения и спроса. — СПб.: Экономическая школа, 2000. — Т. 1. — С. 326–336.
4. Гейл Я. Города для людей. — М.: Альпина Паблишер, 2012. — 276 с.
5. Мировец А. Как стилобат формирует современное жилое пространство // Строительная газета. — 2024. — URL: https://stroygaz.ru/publication/dwelling/kak-stilobat-formiruet-sovremennoe-zhiloe-prostranstvo/ (дата обращения: [указать дату обращения]).
6. Бардина С. «Это функциональная наземная платформа высотой в несколько этажей» // Коммерсантъ. — 2024. — 23 сентября. — URL: https://www.kommersant.ru/doc/7180503 (дата обращения: [указать дату обращения]).
7. Словарь покупателя недвижимости: что такое стилобат в жилых комплексах // 66.RU. — 2024. — 16 мая. — URL: https://66.ru/realty/news/272951/ (дата обращения: [указать дату обращения]).
8. И для жизни, и для отдыха: в Москве каждая пятая новостройка имеет стилобат // Московский комсомолец. — 2025. — 20 августа. — URL: https://www.mk.ru/realestate/2025/08/20/i-dlya-zhizni-i-dlya-otdykha-v-moskve-kazhdaya-pyataya-novostroyka-imeet-stilobat.html (дата обращения: [указать дату обращения]).

Marketing function of the stylobate in the competitive positioning of residential complexes

Gureev K.A., Malykh I.A., Vagapov V.I.
Perm National Research Polytechnic University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article considers the stylobate space of a residential complex as an element of competitive positioning in the new housing market. The relevance of the study is determined by increasing competition between development projects located in comparable location and price conditions. In such circumstances, architectural and planning solutions are increasingly used not only as technical elements of a project, but also as tools for creating consumer value.

The purpose of the study is to identify how the stylobate turns from an architectural and construction element into a marketing advantage of a residential complex. The study is based on the analysis of developers' marketing materials, comparative review of positioning approaches, and generalization of open consumer assessments and industry publications.

The article proposes a model for analysing the marketing function of the stylobate through three interconnected levels: function, image and trust. At the functional level, the stylobate is considered as an element of spatial organization. At the image level, its characteristics are transformed into consumer meanings such as safety, privacy, comfort and status. At the trust level, the marketing promise is compared with future operational reality.

The scientific novelty of the study lies in considering the stylobate not only as an architectural, construction or operational solution, but also as an element of marketing differentiation of residential complexes. The practical significance of the study is related to the possibility of using the proposed model when analysing competitive advantages of development projects, forming marketing strategies and improving consumer awareness.

Keywords: stylobate, residential complex, development, new housing market, competitive differentiation, real estate marketing, consumer choice, landscaping.

References

1. Akerlof G. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics, 1970, Vol. 84, No. 3, pp. 488–500.
2. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.
3. Lancaster K. Change and Innovation in the Technology of Consumption. The American Economic Review, 1966, Vol. 56, No. 1/2, pp. 14–23.
4. Gehl J. Cities for People. Washington: Island Press, 2010.
5. Mirovets A. How the stylobate forms modern residential space. Construction Newspaper, 2024. URL: https://stroygaz.ru/publication/dwelling/kak-stilobat-formiruet-sovremennoe-zhiloe-prostranstvo/.
6. Bardina S. "This is a functional ground platform several floors high". Kommersant, 2024, September 23. URL: https://www.kommersant.ru/doc/7180503.
7. Real estate buyer's dictionary: what is a stylobate in residential complexes. 66.RU, 2024, May 16. URL: https://66.ru/realty/news/272951/.
8. For life and leisure: every fifth new building in Moscow has a stylobate. Moskovsky Komsomolets, 2025, August 20. URL: https://www.mk.ru/realestate/2025/08/20/i-dlya-zhizni-i-dlya-otdykha-v-moskve-kazhdaya-pyataya-novostroyka-imeet-stilobat.html.

Влияние организационной культуры на управления информацией в образовательных учреждениях

Герасимов Кирилл Борисович
д.э.н., доцент, профессор кафедры экономики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 270580@bk.ru,

Озернов Роман Сергеевич
к.э.н., доцент, доцент кафедры менеджмента и организации производства, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, ozernov_rs@mail.ru,

Просвиркин Николай Юрьевич
к.э.н., доцент, доцент кафедры менеджмента и организации производства, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, nik-prosvirkin@yandex.ru

В данной статье изучено влияние организационной культуры на эффективность управления информацией в высших учебных заведениях. Были определены несколько процессов по управлению информацией, включая информационную безопасность, наличие отдела управления информацией о записях, роль сотрудника по соблюдению требований и регламентов, а также использование автоматизированной системы или программного обеспечения для определения и поддержания управления жизненным циклом информации. Исследование было проведено с использованием конкурирующей системы ценностей Кэмерона и Куинна. Результаты исследования показали, что организационная культура может положительно влиять на эффективность управления информацией, особенно благодаря культуре конкуренции/ориентации на результат и контроля/иерархии. С качественной точки зрения, также выяснилось, что характеристики организационной культуры, связанные с конкуренцией/ориентацией на результат и контролем, были восприняты специалистами в области управления информацией для получения более точной информации.

Ключевые слова: организационная культура, информационная культура, эффективность управления информацией, управление высшим учебным заведением, процессы управления информацией.

Введение

Целью данного исследования является изучение влияния организационной культуры на управление информацией в высших учебных заведениях (вузах). Данное исследование представляет собой опрос руководителей информационных служб и других ключевых сотрудников по информационным вопросам. Участники, ответившие на анкету и выразившие готовность к участию, были опрошены индивидуально. Все учебные заведения, участвовавшие в исследовании, входили в Приволжский федеральный округ (ПФО).

В исследовании будет рассмотрена роль проректора по информатизации в продвижении и обеспечении управления информацией. Вузы, как и организации здравоохранения, собирают огромное количество конфиденциальной информации. Будут выявлены недостатки и пробелы в управлении информацией в вузах и изучены пути их решения с позиции ключевых сотрудников по информационным вопросам. Наконец, это исследование может выявить особенности управления информацией, которые могут быть специфичны для вузов и которые в противном случае могли бы остаться незамеченными.

Управление определяется как «осуществление полномочий по распределению власти» [5]. Управление также рассматривается с точки зрения структур, правовых отношений, моделей власти, прав и обязанностей, а также процессов принятия решений [2].

«Одной из важнейших характеристик эффективного управления является способность к принятию решений. Эффективное управление включает в себя следующие основные компоненты: подотчетность, участие, предсказуемость, прозрачность и эффективность» [3]. Поскольку разработчики политики используют технологии для осуществления государственного управления, ключевой задачей является выбор этих технологий и управление ими, чтобы развить навыки принятия решений у разработчиков политики (например, у руководителей информационных служб). Управление информацией требует способности принимать решения и обладать полномочиями. Оно также требует инструментов или методов для контроля за коммуникациями и мониторинга управления информацией в вузах.

С помощью технологий люди исследуют, разрабатывают, управляют и регулируют управление информацией. Таким образом, управление информацией в контексте деятельности организации включает в себя следующее:

- продвижение технологий (технологических и организационных инноваций);
- выявление рисков с точки зрения ключевых участников (заинтересованные стороны, проректоры по информатизации и т.д.);
- применение правил, регулирующих информационную практику, в соответствии с внутренними и внешними руководящими принципами.

Развитие технологий относится к технологическим инновациям в управлении и поддержании контроля за управлением информацией. Эти технологии обычно представляют собой взаимосвязанные информационные политики и компьютерные системы, которые открывают возможности для сбора информации, а также применения и контроля в сфере управления. Однако эти технологии не заменяют людей, которые контролируют внедрение управления информацией. В итоге, ключевые сотрудники, такие как проректор по информатизации, используют свои знания и дальновидность для внедрения управления информацией.

Вузы должны соблюдать законодательство по обеспечению конфиденциальности персональных данных и должны соблюдать те же требования, что и учреждения здравоохранения, в отношении сохранения конфиденциальности информации (принадлежащей студентам, преподавателям и другим сотрудникам). Кроме того, вузы сталкиваются с появлением больших объемов данных и должны эффективно управлять необработанными данными. Большие данные открывают как возможности, так и затраты. Организации все чаще сталкиваются с необходимостью принятия решения о том, что хранить, а что удалять, когда информация перестает представлять коммерческую ценность, и как снизить риск юридической ответственности.

Управление информацией включает в себя трех участников: создателя информации, получателя информации и управляющего субъекта. Все три элемента необходимы для реализации управления информацией; однако управляющий субъект будет взаимодействовать между создателем и получателем в информационной среде или «транзакции». Можно

констатировать, что элемент осмысления включает в себя управляющего субъекта и информационную среду.

Основная часть

Для анализа управления информацией в вузе важно определить источник информации, а также внутренние и внешние факторы, влияющие на его управление. Комплексные структуры могут дополнительно улучшить процессы управления информацией. Определение приоритетов при создании передовой системы управления информацией требует тщательного рассмотрения организационной культуры, стиля управления и бизнес-целей. Совместное и прозрачное сотрудничество между всеми заинтересованными сторонами, в частности, проректором по информатизации, проректором по общим вопросам и другими руководителями управлений университета, обеспечит эффективную работу учебного заведения. Проректор по информатизации, в частности, должен распространять политику и поддерживать связь с помощью различных способов, включая электронную почту, блоги, социальные сети и мобильные платформы.

Исследователи определяют организационную культуру, как совокупность предположений и понимание повседневной деятельности на рабочем месте; установки и поведение, которые характеризуют рабочую среду в организации [7]; и «более глубокий уровень базовых предположений и убеждений, которые разделяются организацией» [8]. Кэмерон и Куинн объясняют, что организационная культура является фактором, определяющим другие организационные результаты, такие как эффективность [9]. Они подчеркивают, что культура определяется как устойчивый набор предположений, убеждений и ценностей, которые характеризуют организации и их членов.

Для создания и успешного внедрения системы управления информацией в организации необходимо тщательно определить сообщество ответственных за управление данными, при этом соблюдая организационную культуру. Более того, политика управления жизненным циклом информации должна основываться на культуре и организационной структуре. Организационная культура определяет способность, с которой организация принимает изменения для внедрения системы управления информацией. Игнорирование этого фактора может привести к неудачному внедрению управления информацией. Это можно рассматривать как часть управления изменениями в организации.

Информационная культура объясняет взаимосвязь между отдельными людьми и информацией в организациях и включает ценности, убеждения и кодексы в отношении управления информацией. Ценности, придаваемые информации, и отношение к ней являются признаками информационной культуры. Исследование информационной культуры на примере нескольких зарубежных университетов [10] показало, что признание социальных и организационных требований влияет на управление информацией. Другими словами, на информационную культуру влияют «отношение к информации и ее ценность». Кроме того, было обнаружено, что требования, установленные правительственными учреждениями для управления информацией, такие как авторское право, свобода информации, играют «ключевую роль» в информационной культуре. Можно констатировать, что культура сотрудничества и открытости, приводящая к обмену информацией, обеспечивает принятие более обоснованных решений.

Проректор по информатизации может использовать существующую организационную культуру, чтобы влиять на заинтересованные стороны в процессе обучения и распространения политики управления информацией. Организационная культура может способствовать передаче знаний для решения проблем в области информационных технологий. В настоящем исследовании используется концепция конкурирующих ценностей, которая оценивает организационную культуру организации, разделенную на четыре квадранта, каждый из которых представляет собой определенный набор показателей организационной эффективности [4]. Концепция конкурирующих ценностей будет использоваться для оценки организационной культуры, что будет способствовать составлению карты (профиля) культурного профиля организации.

Чтобы оценить уровень процессов управления информацией в вузе, необходимо измерить несколько элементов, чтобы определить, какие из них наилучшим образом отражают состояние управления информацией в организации.

Кроме того, многие исследователи предполагают, что наличие в организации программы управления информацией, должности руководителя по информационной безопасности, программы управления информацией, сотрудника по соблюдению требований (или отдела соблюдения нормативных требований) способствуют эффективному управлению информацией [1, 6].

В данном исследовании процесс управления информацией реализован с точки зрения следующих элементов: наличие совета по управлению информацией, наличие главного сотрудника по информационной безопасности, наличие отдела управления документацией, наличие ответственного за соблюдение нормативных требований, коммуникация и сотрудничество между ответственными за информацию лицами, а также наличие и использование программного обеспечения для автоматизации идентификации электронных и бумажных записей, подлежащих уничтожению.

Был проведен факторный анализ, чтобы определить, какие из вышеперечисленных элементов являются индикаторами. Первые четыре процесса управления информацией были представлены респондентам в анкете в формате «да/нет», в то время как последние два процесса были представлены по шкале Лайкерта.

В попытке определить факторы, определяющие эффективность управления информацией, в рамках данного исследования был задан следующий исследовательский вопрос: существует ли корреляция между организационной культурой в вузах и восприятием эффективности управления информацией?

Организационная культура была исследована с использованием метода OCAI (*Organizational Culture Assessment Instrument*), основанном на методике конкурирующих ценностей, для определения четырех различных типов культуры: совместной, творческой, конкурентной и контролирующей. Результаты исследования в отношении организационной культуры, показывают, что участники рассматривали ориентацию на результат как общую черту, а некоторые даже рассматривали ориентацию на результат как основную ценность, поскольку они считают, что их организация ориентирована на данные.

Данное исследование было разделено на два этапа:

этап 1 – анкетирование, которое носило как количественный, так и качественный характер;

этап 2, был исключительно качественным и включал интервью с участниками, которые приняли участие в этапе 1 и выразили заинтересованность в дальнейшем участии.

Участниками этапов 1 и 2 были ключевые сотрудники по информационным технологиям пятнадцати университетов ПФО. К участию в этом исследовании были приглашены ключевые сотрудники вузов по информационным технологиям.

В данном исследовании процесс управления информацией состоит из шести различных частей:

1) управление информационной безопасностью;

2) наличие совета по управлению информацией;

3) наличие отдела управления архивной информацией;

4) наличие специалиста по соблюдению требований;

5) определение ответственных за управление информацией и их сотрудничество в области управления информацией;

6) автоматизация идентификации (часто осуществляемая с помощью программного обеспечения) информационных записей, подлежащих уничтожению, или управление жизненным циклом информации.

Процессы с 1 по 4 должны были давать ответы «да» или «нет». В ходе пилотного исследования участвовавший в нем проректор по информатизации предложил одно изменение, которое улучшило результаты: отрицательные ответы на вопрос 1 опроса, касающийся наличия должности главного специалиста по информационной безопасности, руководящего совета, отдела управления архивной информацией и главного специалиста по соблюдению нормативных требований, были расширены до трех уровней: «нет, но мы находимся в процессе выбора/формирования должности», «нет, но мы рассматриваем возможность выбора/формируем его» и «нет, и у нас нет плана по его выбору/формированию».

На втором этапе были отобраны 10 участников, которые изъявили желание принять участие в полуструктурированных индивидуальных интервью среди тех, кто принимал участие в опросе. Анонимность участников строго соблюдалась. В данном исследовании важную роль сыграл направленный контент-анализ, поскольку он включал использование кодов и категорий, соответствующих тематике исследования. Для анализа данных опроса использовалась программа SPSS Statistics.

Независимая переменная организационной культуры была измерена с использованием шкал Лайкерта и категориальной шкалы. В общей сложности все респонденты приняли участие в опросе. Однако все представители вузов ответили на первые два вопроса, в которых оценивались зависимые переменные. Из числа участников опроса было опрошено 10 человек, и эти интервью были записаны, расшифрованы и проанализированы.

На первом этапе был определен порядок сбора данных, подготовка собранных данных, проведение количественного анализа с использованием различных инструментов и набор испытуемых для собеседований.

На втором этапе проводился качественный анализ данных из протоколов интервью, а на третьем этапе обсуждались результаты и предлагалась новая модель эффективного управления информацией.

Результаты показывают, что организационная культура продемонстрировала положительную корреляцию с восприятием эффективности управления информацией. Было выделено несколько тем, включая сотрудничество, дух предпринимательства, конкурентную среду, ориентированную на результат, структурированные и контролируемые процессы и доверие. Структурированность и контроль стали доминирующими характеристиками вузов.

Текущее исследование показало, что 41% участников отчитываются перед главным специалистом по информационным технологиям, 18% – непосредственно перед ректором, 10% – перед начальником финансового управления, 9% – перед проректором и 21% – перед другими лицами.

Управление информацией и управление жизненным циклом информации показали (среднее значение (μ) = 3,2, стандартное отклонение (σ) = 1,47) и (μ = 2,12, σ = 1,31), соответственно, что указывает на большее согласие. В случае наличия программы управления жизненным циклом информации результаты показывают прямо противоположное, указывая на то, что вузам не хватает программ управления жизненным циклом информации.

Организационная культура (μ = 16,45, σ = 4,04) слегка склоняется в сторону согласия с разбросом в 4,04 балла. Это может свидетельствовать о том, что учреждение, принимающее участие в опросе, может иметь в целом более высокий, чем обычно, уровень культурного взаимодействия в области управления информацией.

Для оценки надежности (внутренней согласованности) переменной «организационная культура» был проведен тест альфа Кронбаха, и результаты показали, что коэффициент надежности для четырех пунктов, относящихся к организационной культуре, составил 0,7, что является приемлемым показателем.

Рассмотрим результаты опроса существует ли положительная корреляция между организационной культурой и восприятием эффективности управления информацией.

С организационной культурой были связаны четыре фактора: а) организация является гостеприимным местом; б) организация динамична; в) организация ориентирована на результат; г) организация контролируема и структурирована. Описательная статистика показывает следующую информацию.

Доверие имеет самый высокий показатель (μ = 4,92, σ = 1,42), который тесно связан со средним значением, что указывает на наиболее часто упоминаемую характеристику организационной культуры в вузах, за которой следуют ориентация на результат (μ = 4,08, σ = 1,49), предпринимательские характеристики (μ =3,82, σ = 1.47), и, наконец, контролируемые характеристики (μ =3,56, σ = 1,51) демонстрируют большой разброс. Многие респонденты согласились с тем, что доверие служит связующим звеном в контексте организационной культуры.

Предпринимательские и динамические характеристики вузов выявили в этом отношении пробел, который проявился в виде бимодального распределения, что, возможно, указывает на то, что многие организации не принимают предпринимательство, и что есть те, кто его приветствует. Характеристики организационной культуры, ориентированные на результат, проявились в виде хорошо закругленной колоколообразной кривой, что указывает на нормальное распределение и на то, что участники рассматривают характеристики, ориентированные на результат, как общую тему в отношении организационной культуры.

Что касается влияния организационной культуры на два последних процесса управления информацией – роль ответственных за информацию и автоматизированное управление жизненным циклом информации, – корреляция Пирсона показала наличие значимого эффекта со слабым коэффициентом, где коэффициент корреляции Пирсона R равен 0,283, а $p = 0{,}001$.

Одна из характеристик организационной культуры, которая проявилась в данном исследовании и была отмечена у нескольких участников, – это проблема управления информацией, обусловленная наличием информационных «бункеров». Информационный «бункер» определяется как система хранения и обработки информации, каждая из которых имеет свой собственный набор правил, что приводит к «несогласованности». Несколько участников обсудили усилия, предпринимаемые для налаживания сотрудничества в их учреждениях, несмотря на разрозненность информации.

Что касается ориентированности на результат организационной культуры вузов, некоторые опрошенные сочли эту характеристику ключевой ценностью, поскольку их организации ориентированы на науку и данные. Они объяснили, что принятие решений на основе данных является важной частью их культуры. Ориентация на результат побуждает IT-администрацию и персонал брать на себя ответственность за предоставление точной информации и принятие мер по исправлению любых возможных неточностей.

В случае с некоторыми респондентами, этот аспект культуры проявляется уже при приеме на работу IT-персонала. Миссия IT-отдела заключается в развитии у сотрудников стремления к конечному результату.

Большинство участников поддержали контролируемый аспект организационной культуры. Несколько респондентов рассказали о том, что IT-отделы подразделяются на централизованные и децентрализованные. Это особенно заметно в крупных вузах, которые располагают крупными исследовательскими подразделениями.

Заключение

Результаты исследования показывают, что ориентированная на результат и контролируемая организационная культура была эффективной или, по крайней мере, воспринималась как таковая. Хотя некоторые IT-специалисты в вузах указали, что предпринимательство важно для них и что для внедрения управления информацией в их организационную культуру использовались различные тактики, это не было очевидно для большинства участников. Это исследование дает представление о том, какие меры необходимо предпринять вузам для формирования «сильного чувства ответственности» в качестве эффективного подхода к информационной культуре для повышения эффективности управления информацией. Культура, ориентированная на результат, была очевидна, когда участники обсуждали «изменения для предоставления точной информации», «создание позитивных изменений в организации» и «совместную работу для борьбы за успех и решения проблем».

Результаты этого исследования говорят о наличии разрозненных информационных ресурсов как одной из основных проблем, связанных с информационной культурой вузов, которая обсуждалась многими проректорами по информатизации, принявшими в нем участие. Они также объяснили, что пытались преодолеть барьеры, обратившись к руководителям различных управлений и привлекая людей к управлению информацией. Однако подавляющее большинство участников, 91%, указали на внедрение системы управления корпоративными ресурсами (ERP) как на надежный подход к устранению разрозненности систем.

Другой важный вывод показал, что автоматизированное управление жизненным циклом информации находится в зачаточном состоянии в сфере управления информацией в вузах. Это не стало большим сюрпризом, поскольку в настоящее время программы управления информацией о записях в вузах обычно не используются. Некоторые учреждения указали, что их неспособность продвинуться в управлении документацией связана с культурой организации: например, культура заключается в том, чтобы «хранить все». Во многих учреждениях отсутствовала конкретная политика, касающаяся управления жизненным циклом информации и управления записями, что создавало серьезное препятствие в управлении информацией, поскольку во многих случаях решение об уничтожении документов оставлялось на усмотрение отдельных управлений.

Последним аспектом организационной культуры была структурированность и контроль, к которым участники исследования отнеслись с большой симпатией, обсуждая такие моменты как «сильная приверженность принципам совместного управления», «централизованная культура», «высокая степень контроля и структурированности». Этот элемент организационной культуры был ярко выражен как в количественной, так и в качественной частях исследования.

Литература

1. Вашкевич Н.Н. К вопросу о формировании управленческой культуры в образовательных организациях // Труд и социальные отношения. – 2024. – Т. 35, № 1. – С. 140-149.

2. Герасимов Б.Н. Управление и менеджмент: прошлое, настоящее, будущее // Развитие экономических систем: теория, методология, практика. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 9-27.

3. Евтихов О.В. Организационная культура вуза МВД России // Вестник Сибирского юридического института МВД России. – 2018. – № 3(32). – С. 76-84.

4. Занковский А.Н. Исследование организационной культуры университета // Российский научный журнал. – 2012. – № 3(28). – С. 147-157.

5. Леонов Г.А. Теория управления. – СПб.: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 2006. – 234 с.

6. Нигматуллин А.Р. Роль организационной культуры в управлении знаниями в организации // Креативная экономика и социальные инновации. – 2022. – Т. 12, № 1(38). – С. 42-51.

7. Перкова Е.П. Социологический анализ особенностей организационной культуры современного предприятия ракетно-космической промышленности // Социология. – 2018. – № 1. – С. 71-76.

8. Шейн Э.Г. Организационная культура и лидерство. – СПб.: Питер, 2012. – 330 с.

9. Cameron K.S., Quinn R.E. Organizational life cycles and shifting criteria of effectiveness: some preliminary evidence // Management Science. – 1983. – Vol. 29. – No. 1. – pp. 33-51.

10. Oliver G. Information culture: exploration of differing values and attitudes to information in organizations // Journal of Documentation. – 2008. – Vol. 64, No. 3. – pp. 363-385.

The Impact of Organizational Culture on Information Management in Educational Institutions

Gerasimov K.B., Ozernov R.S., Prosvirkin N.Yu.
Samara University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the impact of organizational culture on information management effectiveness in higher education institutions. Several information management processes were identified, including information security, the presence of a records management department, the role of a compliance officer, and the use of an automated system or software for defining and maintaining information lifecycle management. The study was conducted using Cameron and Quinn's competing values framework. The results showed that organizational culture can positively influence information management effectiveness, particularly through a culture of competition/results orientation and control/hierarchy. Qualitatively, it was also found that organizational culture characteristics associated with competition/results orientation and control were perceived by information management professionals to contribute to the production of more accurate information.

Keywords: organizational culture, information culture, information management effectiveness, higher education institution governance, information management processes.

References

1. Vashkevich N.N. K voprosu o formirovanii upravlencheskoj kul'tury v obrazovatel'nyh organizaciyah // Trud i social'nye otnosheniya. – 2024. – T. 35, № 1. – S. 140-149.
2. Gerasimov B.N. Upravlenie i menedzhment: proshloe, nastoyashchee, bu-dushchee // Razvitie ekonomicheskih sistem: teoriya, metodologiya, praktika. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2025. – S. 9-27.
3. Evtihov O.V. Organizacionnaya kul'tura vuza MVD Rossii // Vestnik Sibirskogo yuridicheskogo instituta MVD Rossii. – 2018. – № 3(32). – S. 76-84.
4. Zankovskij A.N. Issledovanie organizacionnoj kul'tury universi-teta // Rossijskij nauchnyj zhurnal. – 2012. – № 3(28). – S. 147-157.
5. Leonov G.A. Teoriya upravleniya. – SPb.: Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2006. – 234 s.
6. Nigmatullin A.R. Rol' organizacionnoj kul'tury v upravlenii zna-niyami v organizacii // Kreativnaya ekonomika i social'nye innovacii. – 2022. – T. 12, № 1(38). – S. 42-51.
7. Perkova E.P. Sociologicheskij analiz osobennostej organizacion-noj kul'tury sovremennogo predpriyatiya raketno-kosmicheskoj promyshlenno-sti // Sociologiya. – 2018. – № 1. – S. 71-76.
8. Shejn E.G. Organizacionnaya kul'tura i liderstvo. – SPb.: Piter, 2012. – 330 s.
9. Cameron K.S., Quinn R.E. Organizational life cycles and shifting criteria of effectiveness: some preliminary evidence // Management Science. – 1983. – Vol. 29. – No. 1. – pp. 33-51.
10. Oliver G. Information culture: exploration of differing values and attitudes to information in organizations // Journal of Documentation. – 2008. – Vol. 64, No. 3. – pp. 363-385.

Обзор существующих методов оценки экономической эффективности на транспорте, особенности применения для речного грузового судоходства

Гриднев Николай Станиславович
аспирант, кафедра «Финансы и кредит», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), gr1-n1ck@yandex.ru,

Соколов Юрий Игоревич
д.э.н., Директор института «Институт экономики и финансов», профессор кафедры «Финансы и кредит», Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)), jurysokolov@yandex.ru

В статье представлен критический обзор существующих методов оценки экономической эффективности на различных видах транспорта, включая автомобильный, железнодорожный, воздушный и морской. Выявлены особенности каждого из подходов. Обоснована невозможность механического переноса указанных методик на речное грузовое судоходство ввиду ярко выраженной сезонности навигации, гидрологической неопределённости, дискретности грузопотоков, высоких постоянных затрат на межнавигационный отстой и особой структуры основных средств. Предложены адаптационные решения. Дополнительно рассматриваются особенности адаптации методов в зависимости от уровня управления (стратегическое или оперативное планирование), динамический аспект оценки инвестиций (дисконтирование денежных потоков по этапам жизненного цикла объекта) и нормативно-правовое регулирование в соответствии с Кодексом внутреннего водного транспорта Российской Федерации. Статья создаёт методологическую основу для последующего моделирования экономического эффекта от внедрения автономных судов и цифровизации на речном транспорте, а также для сравнительного анализа различных моделей подсчёта грузооборота в условиях ограниченных глубин и сезонной прерывивости перевозок.

Ключевые слова: оценка экономической эффективности, речное грузовое судоходство, внутренние водные пути, адаптация методов, гидрологический риск, сезонность навигации, межнавигационный отстой, шлюзование, грузооборот.

В условиях современной экономики транспортный комплекс выступает системообразующим звеном товародвижения. Особое место занимает речной грузовой транспорт, который, несмотря на высокую топливную экономичность и низкую себестоимость перевозки массовых грузов, сталкивается с проблемой устаревших подходов к оценке инвестиционной и операционной эффективности. Методологическая база, применяемая на автомобильном, железнодорожном, воздушном и морском транспорте, не может быть механически перенесена на внутренние водные пути ввиду ярко выраженной сезонности, зависимости от гидрологии, дискретности грузопотоков и особой структуры постоянных затрат. Настоящая статья представляет критический анализ существующих методов оценки экономической эффективности, рассматривает примеры для смежных видов транспорта и предлагает адаптированные подходы для речного грузового судоходства.

Общая теория оценки эффективности капитальных вложений и транспортных процессов опирается на методики, утвержденные на уровне нормативно-правовых актов. В Российской Федерации базовыми документами являются «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов» (утв. Минэкономики, Минфином, Госстроем 21.06.1999 № ВК 477) и отраслевые методики. Ключевые универсальные методы делятся на статические и динамические[1].

Статические методы, включающие расчет срока окупаемости без дисконтирования и простой нормы прибыли (отношение среднегодовой прибыли к капитальным вложениям), до настоящего времени используются на предприятиях речного транспорта с коротким навигационным периодом. Их недостаток — игнорирование распределения денежных потоков во времени, что при длительных сроках службы флота (до 25-30 лет) приводит к грубым ошибкам. Метод сравнительной эффективности, основанный на приведенных затратах (С = Эксплуатационные расходы + Ен × Капитальные вложения), где Ен — нормативный коэффициент эффективности, традиционно применялся в плановой экономике, но сегодня его значение требует калибровки для условий рынка.

Как верно отмечает Рагулин И. А., динамические методы, предписанные современными стандартами, включают расчет чистого дисконтированного дохода (ЧДД), индекса доходности, внутренней нормы доходности (ВНД) и дисконтированного срока окупаемости. Ключевым элементом выступает выбор ставки дисконтирования, отражающей альтернативную стоимость капитала и риски. На транспорте дополнительно используются специфические методы: оценка приведенных транспортных затрат на единицу грузооборота (руб./т-км), метод удельной себестоимости содержания основных средств на один тоннаже-сутки хода или стоянки, а также метод порогового тарифа, определяющего минимальную доходную ставку. Особую группу составляют методы, учитывающие временную неравномерность грузопотоков и резервирование пропускной способности. Так, для оценки эффективности логистических цепочек применяется метод совокупных издержек владения (интегрирующий затраты на кредитование, страховку груза и амортизацию инфраструктуры), который, однако, редко адаптируется под специфику реки[2].

Автомобильный транспорт характеризуется высокой скоростью доставки и низкой капиталоемкостью на коротких плечах. Оценка эффективности здесь строится на модели маржинального дохода на один километр пробега и коэффициенте использования пробега. Типовой пример: при перевозке сборных грузов по маршруту протяженностью 800 км инвестор рассчитывает ЧДД с горизонтом 5 лет, исходя из учета переменных расходов на топливо и шины, а также постоянных затрат на амортизацию тягача. Показатель точки безубыточности выражается в тонно-километрах. Статистика Минтранса РФ за 2022-2024 годы фиксирует среднюю доходность автотранспортных проектов на уровне ВНД в 18–22% при сроке окупаемости 3–4 года.

Железнодорожный транспорт оперирует высокими постоянными затратами на путевое хозяйство и подвижной состав. Основной метод оценки — расчет эффективности на основе оборота вагона и полного рейса. Инвестиционные проекты здесь часто имеют государственно-частную природу, поэтому используется метод «затраты-выгоды» с акцентом на снижение социальной нагрузки (например, увод грузов с автодорог). Пример: электрификация участка Транссиба оценивалась через снижение эксплуатационных расходов на тягу на 35% и предотвращение выбросов. Норма дисконта для железных дорог, согласно отраслевым

методикам, принимается на уровне 5-7% (ниже, чем в коммерческих секторах), что отражает долгосрочный характер проектов[3, 4].

Воздушный транспорт, напротив, отличается предельной капиталоемкостью и чувствительностью к загрузке борта. Основной метод — анализ эффективности на уровне рейса с расчетом удельного расхода топлива на взлетно-посадочную операцию. Пример: приобретение грузового самолета Ил-76ТД оценивается через чистую приведенную стоимость почасовой наработки и индекса себестоимости тонно-километра на дальних магистралях (свыше 3000 км). Высокая амортизация (до 15% в год) требует использования ускоренных методов начисления и включения лизинговых платежей в модель дисконтированных денежных потоков. Морской транспорт является наиболее близким к речному по физической сущности, однако имеет важнейшее отличие — круглогодичную и океанскую навигацию. Оценка эффективности морского судна базируется на показателе тайм-чартерного эквивалента и удельной прибыли на тонну дедвейта в сутки. Пример: контейнеровоз класса Post-Panamax оценивается через горизонт 20 лет, с учетом дисконтирования фрахтовых ставок Baltic Dry Index. Вместе с тем, для морского транспорта разработаны методы учета экологических сборов (FuelEU Maritime) и балластных переходов, что релевантно для речного сектора. Однако перенос морских методик на речные условия без адаптации невозможен из-за мелководья, ледостава и несовпадения нормативной базы — Кодекс внутреннего водного транспорта РФ (КВВТ) отличается от КТМ РФ.

Речное грузовое судоходство обладает уникальными характеристиками, требующими модификации всех вышеперечисленных подходов. Основной нормативный акт — Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации от 07.03.2001 № 24-ФЗ — устанавливает особый порядок навигационного периода (в среднем 180-200 суток в год для бассейна Волги и 120-140 дней для Северной Двины). Следовательно, классические динамические методы должны оперировать не годовым интервалом, а навигационным сезоном. Ставка дисконтирования для речных проектов должна быть повышена на поправку за гидрологический риск — недоступность участка реки при низких уровнях воды (на Верхней Волге в 2023 году фиксировалось до 45 дней с уровнем ниже проектного)[5].

Первый адаптируемый метод — расчет эффективности с использованием показателя «грузооборот в условиях переменной глубины». Вместо стандартного тонно-километра вводится нормированный тонно-километр с коэффициентом загрузки судна, обратно пропорциональным фактической глубине по отношению к паспортной осадке. Для судов проекта Р-56 (тип «Волго-Дон») при снижении глубины с 3,6 м до 3,0 м загрузка сокращается на 20-25%, что прямо снижает чистый дисконтированный доход. Предлагается модифицированная формула оценки чистого приведенного эффекта для речного транспорта: ЧДД_реч = Σ((Выручка_сезон – Экспл_расходы_сезон – Р_гидро) / (1 + r_ск)^t) – Инвестиции, где Р_гидро — резервирование средств по причине гидрологической неопределенности (не менее 8% от переменных затрат, по данным Администраций бассейнов)[6].

Второй адаптируемый метод — учет сезонного отвлечения оборотных средств на поддержание флота в межнавигационный период. В морском транспорте отстой обычно составляет 10-20 суток, на реке — до 200 суток. Поэтому классическая модель дисконтированных денежных потоков дополняется блоком расходов на зимний ремонт, докование и хранение на затоне. Для корректного сравнения проектов необходимо использовать показатель «приведенные затраты на тоннаже-сутки в эксплуатации», который для речного теплохода (например, проекта «Окский») в 3-4 раза выше среднемесячных затрат морского судна аналогичного дедвейта из-за низкой оборачиваемости.

Третий метод — адаптация теории эффективности для мультимодальных перевозок с участием речного транспорта. В смешанном сообщении «река-море» или «река-железная дорога» оценка должна включать транзакционные издержки на перевалку и простои у шлюзов (для Единой глубоководной системы ЕГС). По данным Росморречфлота, среднее время прохождения шлюза в 2024 году составляет 3,5 часа против нормативных 1,5 часа, что увеличивает себестоимость перевозки на 7-9%. Метод совокупных логистических издержек адаптируется введением коэффициента неравномерности шлюзования. Для расчета порогового тарифа на речном транспорте предлагается формула: Т_мин = (С_пост_навиг / (Q_факт * L_ср)) + С_перем_км + S_шлюз, где S_шлюз — затраты на один шлюзовой проход на единицу груза[7, 8].

Четвертый аспект — учет различной структуры амортизации. Срок службы речного судна (по нормам Постановления Правительства №1 от 01.01.2002) может достигать 25 лет, но физический износ в пресной воде ниже, чем в морской, а моральный — высок из-за требований к экологичности (Кодекс ВВТ требует перехода на судовое газомоторное топливо к 2030 году). Следовательно, при оценке эффективности следует применять метод «замещающего актива», учитывая необходимость капитального ремонта с заменой двигателя на 12-15-м году службы. В отличие от автотранспорта, где горизонт планирования редко превышает 7 лет, речные проекты требуют 20-летнего дисконтированного анализа с полным учетом коренной модернизации. Пятый адаптационный шаг касается оценки грузооборота. В методиках для железных дорог грузооборот измеряется в тарифных тонно-километрах, для реки же необходим учет фактического тонно-километра, искаженного балластными пробегами. По данным Енисейского пароходства, доля порожнего пробега в верхнем течении достигает 40%, что при применении метода сравнительной эффективности без корректировки приводит к ошибочному выбору менее серийного, но более маневренного флота. Адаптированный показатель — удельный грузооборот на один тоннаж-сутки хода с учетом порожнего возврата — должен быть заложен базой для расчета ЧДД[9].

Платов А.Ю., М.В. Никулина. Пишут о том, что адаптация методов оценки экономической эффективности применительно к речному грузовому судоходству требует комплексного подхода, дифференцированного по уровням управления. На стратегическом уровне планирования в критерий оптимальности должны включаться полные экономические издержки, в том числе капитальные вложения в создание или модернизацию перегрузочных комплексов, развитие подходных каналов и обновление флота. При этом обязательному учету подлежит динамический аспект — изменение стоимости денег во времени на этапах инвестирования, последующей эксплуатации и, в перспективе, ликвидации объекта, что достигается применением процедур дисконтирования денежных потоков. Напротив, для текущего или оперативного уровня управления, когда решения принимаются в рамках сложившейся материально-технической базы, доминирующим показателем эффективности выступает прибыль, максимизация которой обеспечивается преимущественно за счет снижения себестоимости транспортной работы без привлечения долгосрочных инвестиционных ресурсов. Специфика речного транспорта вносит в данную адаптацию дополнительные корректировки, обусловленные особенностями эксплуатации флота, гидрологическими условиями судоходства (фактическими параметрами судового хода, глубинами, извилистостью русла), структурой предъявляемых к перевозке грузов, а также уровнем технической оснащенности портов и технологическими процессами перевалки[10].

Указанные факторы в совокупности определяют неравномерность грузопотоков, сезонную прерывистость навигации и повышенную долю балластных пробегов. Вся деятельность организаций внутреннего водного транспорта, включая оценку эффективности, осуществляется в нормативном поле, установленном Кодексом внутреннего водного транспорта Российской Федерации, который закрепляет требования к безопасности судоходства, порядку пропуска судов через шлюзы и режиму труда плавсостава.

Проведенный обзор показывает, что существующие методы оценки экономической эффективности на других видах транспорта (статические и динамические затраты, методы тайм-чартерного эквивалента, модели грузооборота) могут быть использованы как прототипы для речного грузового судоходства, но только после глубокой адаптации. Ключевые модификации включают введение гидрологического коэффициента, учет навигационной дискретности, выделение затрат на зимний отстой и шлюзование, а также применение долгосрочного дисконтирования с поправкой на капитальный ремонт флота. Данная адаптация создает основу для дальнейших исследований, в которых планируется рассмотреть экономический эффект от внедрения автономных судов и цифровизации на речном транспорте, а также провести сравнительный анализ различных моделей подсчета грузооборота в условиях переменных глубин и сезонности. Практическая значимость работы заключается в возможности корректного сравнения инвестиционных проектов в сфере внутренних водных путей с проектами на других видах транспорта, что особенно актуально в рамках реализации Стратегии развития внутренних водных путей Российской Федерации до 2035 года[11, 12].

Таким образом, методологическая база речного сектора должна эволюционировать от упрощенных статических показателей к динамическим адаптированным моделям, учитывающим неоднородность грузопотоков и стохастический характер гидрологии. Только при таком подходе возможна верификация экономической эффективности перспективных технологий, включая автономное судовождение и комплексную цифровизацию управления флотом.

Литература

1. Ярмомедов, И. В. Методики оценки эффективности проектов транспортной инфраструктуры: сравнительный анализ / И. В. Ярмомедов, А. Х. Цакаев // Экономическая безопасность. – 2024. – Т. 7, № 9. – С. 2383-2402.

2. Рагулин И. А. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И

СТРУКТУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА РЕЧНОМ ТРАНСПОРТЕ // Ползуновский вестник. 2003. №1-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-otsenki-ekonomicheskoy-effektivnosti-ispolzovaniya-tehnicheskih-sredstv-i-strukturnyh-preobrazovaniy-na-rechnom-transporte (дата обращения: 11.05.2026).

3. Огнева, Н. Ф. Экономическая оценка инвестиционных проектов на транспорте: учеб.- метод. пособие по изучению дисциплины для бакалавриата по напр. подгот. 38.03.01 Экономика / Н. Ф. Огнева. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023 – 92 с.

4. Дингес Э.В., Гусейналиев В.А. Методы оценки эффективности дорожных проектов. / Учебное пособие. - Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2016. – 148 с.

5. Леонов И.А. Оценка эффективности инфраструктурных проектов // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2023. – № 2. – с. 62-77.

6. Синицын, Д. А. Анализ методических подходов к оценке эффективности эксплуатации морского транспортного флота / Д. А. Синицын. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 17 (516). — С. 204-206.

7. Платов А. Ю. Методы оперативного планирования работы речного грузового флота на основе оптимального нормирования ходовой операции: монография / А. Ю. Платов. — Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2019. — 156 с.

8. Колышев А.С., Рачек С.В. Концептуальный подход к разработке методики расчета экономического эффекта работы тягового бизнес-ресурса в условиях тяжеловесного движения // Вестник Евразийской науки, 2019 №3.

9. Асаул М.А., Оганесян А.Г. ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2024. № 5-2. С. 171-175.

10. Платов А.Ю., М.В. Никулина. Проблемаоценки эффективности управления работой флота: статья / А.Ю. Платов.М.В. Никулина - Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2016. С. 211-214.

11. Астафьева О.М., Брославец П.А., Будалин С.В., Некрасов Д.Н., Сидоров Б.А. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ // Научное обозрение. Технические науки. 2014. № 1. С. 59-59.

12. Фасхиев Х. А. Оценка и выбор подвижного состава по технико-экономическим критериям // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – Т. 15. – С. 921–925. – URL: http://e-koncept.ru/2016/96098.htm.

Review of existing methods for assessing economic efficiency in transport, their adaptation for river freight navigation

Gridnev N.S., Sokolov Yu.I.
Russian University of Transport (RUT (MIIT))

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article provides a critical review of existing methods for assessing economic efficiency in various modes of transport, including road, rail, air and sea. The features of each approach are revealed. The impossibility of mechanical transfer of these methods to river freight navigation is substantiated due to the pronounced seasonality of navigation, hydrological uncertainty, discreteness of cargo flows, high fixed costs for inter-navigation sludge and the special structure of fixed assets. Adaptive solutions are proposed. Additionally, the features of adapting methods depending on the level of management (strategic or operational planning), the dynamic aspect of investment assessment (discounting cash flows by stages of the object's life cycle) and regulatory regulation in accordance with the Code of Inland Waterway Transport of the Russian Federation are considered. The article creates a methodological basis for further modeling the economic effect of the introduction of autonomous vessels and digitalization in river transport, as well as for a comparative analysis of various models for calculating cargo turnover in conditions of limited depths and seasonal intermittency of transportation.

Keywords: economic efficiency assessment, river freight navigation, inland waterways, adaptation of methods, hydrological risk, seasonality of navigation, inter-navigation sludge, sluicing, cargo turnover.

References

1. Yarmomedov, I. V. Methods for evaluating the effectiveness of transport infrastructure projects: a comparative analysis / I. V. Yarmomedov, A. H. Tsakaev // Economic security. - 2024. – Vol. 7, No. 9. – pp. 2383-2402.
2. Ragulin I. A. CRITERIA FOR ASSESSING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF USING TECHNICAL MEANS AND STRUCTURAL TRANSFORMATIONS IN RIVER TRANSPORT // Polzunovskiy vestnik. 2003. No.1-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-otsenki-ekonomicheskoy-effektivnosti-ispolzovaniya-tehnicheskih-sredstv-i-strukturnyh-preobrazovaniy-na-rechnom-transporte (date of request: 05/11/2026).
3. Ogneva, N. F. Economic assessment of investment projects in transport: textbook.- the method. a guide to the study of the discipline for undergraduate students, for example, preparation. 03/38.01 Economics / N. F. Ogneva. Kaliningrad: Publishing House of KSTU, 2023 – 92 p.
4. Dinges E.V., Huseynaliev V.A. Methods for evaluating the effectiveness of road projects. / Training manual. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), 2016. 148 p.
5. Leonov I.A. Evaluation of the effectiveness of infrastructure projects // Scientific papers: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. – 2023. – No. 2. – pp. 62-77.
6. Sinitsyn, D. A. Analysis of methodological approaches to assessing the effectiveness of the marine transport fleet / D. A. Sinitsyn. — Text : direct // Young scientist. — 2024. — № 17 (516). — Pp. 204-206.
7. Platov A. Yu. Methods of operational planning of the river cargo fleet based on optimal rationing of running operations: a monograph / A. Yu. Platov. — N. Novgorod: Publishing house of FGOU VPO "VGAVT", 2019. - 156 p.
8. Kolyshev A.S., Rachek S.V. A conceptual approach to the development of a methodology for calculating the economic effect of a traction business resource in conditions of heavy traffic. // Bulletin of Eurasian Science, 2019 No.3.
9. Asaul M.A., Oganesyan A.G. PASSENGER TRANSPORTATION BY INLAND WATERWAY IN THE RUSSIAN FEDERATION: PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2024. No. 5-2. pp. 171-175.
10. Platov A.Yu., M.V. Nikulina. The problem of assessing the effectiveness of fleet management: an article / A.Y. Platov.M.V. Nikulina - N. Novgorod: Publishing house of FGOU VPO "VGAVT", 2016. PP. 211-214.
11. Astafieva O.M., Broslavets P.A., Budalin S.V., Nekrasov D.N., Sidorov B.A. METHODS FOR ASSESSING THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF TRUCKS // Scientific review. Technical sciences. 2014. No. 1. pp. 59-59.
12. Faskhiev H. A. Evaluation and selection of rolling stock according to technical and economic criteria // Scientific and methodological electronic journal "Concept". - 2016. – Vol. 15. – pp. 921-925. – URL: http://e-koncept.ru/2016/96098.htm .

Исследование применения и оптимизации технологий искусственного интеллекта в подборе персонала на предприятиях

Гэ Фанчэнь
магистр, Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне, 2487451732@qq.com,

Хуан Сунбо
магистр, Университет МГУ-ППИ в Шэньчжэне, Sanberhero@outlook.com

В работе исследуются организационно-управленческие эффекты внедрения искусственного интеллекта в подбор персонала на промышленных предприятиях и скрытые издержки адаптации AI-инструментов. Цель — разработка рекомендаций по повышению точности алгоритмов оценки кандидатов, для чего решаются задачи анализа конфигураций HR-платформ, выявления «узких мест» в прескрининге и оценки влияния качества данных на прогностические результаты. Методологически работа опирается на сравнительный анализ кейсов внедрения чат-ботов и речевой аналитики, а также на статистическую обработку пилотных проектов на предприятиях. Установлено, что основной потенциал оптимизации — не в усложнении нейросетей, а в настройке признакового пространства и устранении смещений в выборках. Особое внимание уделяется балансу между скоростью обработки и глубиной оценки мягких навыков, поскольку этот фактор коррелирует с долгосрочной адаптацией сотрудников. Обосновывается пересмотр роли HR-специалиста как интерпретатора машинных решений, предлагаются подходы к периодической рекалибровке моделей и обратной связи с линейными руководителями. Практическая значимость — в создании алгоритма пошагового аудита автоматизированного рекрутинга, снижающего риск потери кандидатов на этапе начального отбора. Гибридная стратегия, сочетающая статистические методы с экспертной оценкой, остаётся наиболее надёжной в условиях динамичного рынка труда.

Ключевые слова: искусственный интеллект в рекрутинге, автоматизация подбора персонала, прескрининг резюме, машинное обучение, обработка естественного языка (NLP), смещение данных, гибридная модель отбора, прогностическая валидность.

Введение

Цифровая трансформация активно затрагивает управление персоналом, и рекрутинг становится ключевой областью внедрения искусственного интеллекта. Предприятия используют AI-инструменты — от прескрининга резюме до чат-ботов и речевой аналитики, стремясь ускорить отбор и сократить издержки. Однако на практике готовые решения демонстрируют низкую адаптивность к корпоративным стандартам, а их прогностическая точность недостаточна, особенно при оценке позиций, требующих развитых коммуникативных навыков.

Актуальность обусловлена противоречием между заявленным потенциалом AI-рекрутинга и реальными проблемами интеграции. Рынок обещает автоматизацию до 70–80% операций, но без учёта отраслевой специфики алгоритмы приводят к потере релевантных резюме и снижению качества найма. Вопросы смещения данных и интерпретируемости нейросетевых решений слабо проработаны в литературе, что делает тему критически значимой.

Объект исследования — процесс подбора персонала на промышленных предприятиях в контексте внедрения AI. Предмет — управленческие и технологические аспекты применения AI-инструментов на этапах рекрутинга: от сбора данных до оценки кандидатов и построения прогнозов. Акцент смещается с технических характеристик алгоритмов на организационные эффекты и скрытые издержки, связанные с донастройкой моделей.

Цель — разработка рекомендаций по повышению точности алгоритмов оценки кандидатов. Для её достижения решаются задачи: анализ конфигураций HR-платформ и выявление «узких мест» в прескрининге; оценка влияния качества данных на прогностические результаты; поиск баланса между скоростью обработки и глубиной оценки мягких навыков; обоснование новой роли HR-специалиста как интерпретатора машинных решений.

Теоретическая значимость — в систематизации критериев выбора AI-решений и уточнении факторов прогностической валидности. Практическая ценность — в создании алгоритма пошагового аудита рекрутинга, позволяющего проверять этапы обработки, выявлять отклонения и корректировать настройки моделей. Автор исходит из предположения, что гибридная стратегия, сочетающая машинное обучение с экспертной оценкой, остаётся наиболее надёжной. Предлагаемые решения, основанные на анализе кейсов, могут служить отправной точкой для дальнейших исследований.

Материалы и методы исследований

Эмпирическую базу составили данные и кейсы внедрения AI в HR-процессы российских предприятий (АО «ЛокоТех», ОАО «РЖД») и зарубежных корпораций («Мэйди Групп», «Санвэй Коммьюникейшн», «Юйтун Групп», «Джонсон Контролз», «Джонсон Электрик Холдингс»). Выбор обусловлен репрезентативностью по масштабу (30 000–100 000+ сотрудников), отраслям и уровню цифровизации. Информация из открытых отчётов, публикаций и аналитических обзоров HR-tech. Методология сочетает сравнительный анализ кейсов и статистические методы. Инструменты — библиотеки Python: scikit-learn, pandas, NLP-модули spaCy и ruBERT для анализа текстов резюме и транскриптов. Процесс включал очистку данных, векторизацию и настройку гиперпараметров с кросс-валидацией. Применялись метрики точности, полноты, F1, доля ложноположительных решений и пропущенных кандидатов. Прогностическая валидность проверялась сопоставлением с оценками руководителей. Проводились эксперименты со смещёнными выборками. Вычисления в Jupyter Notebook с фиксацией seed. Ограничения связаны с отраслевой спецификой, но процедура масштабируема. Схема позволила выявить связи между настройками моделей и кадровыми результатами.

Результаты и обсуждение

В ходе проведённого исследования были проанализированы данные и практические кейсы, отражающие применение технологий искусственного интеллекта в процессе подбора персонала на промышленных предприятиях. Эмпирическую основу работы составили материалы о внедрении AI-инструментов в кадровые процессы ряда крупных производственных компаний, включая российские предприятия (АО «ЛокоТех», ОАО «Российские железные дороги») и зарубежные корпорации с производственными активами («Мэйди Групп», «Санвэй Коммьюникейшн», «Юйтун Групп», «Джонсон Контролз», «Джонсон Электрик Холдингс»).

Выбор указанных предприятий обусловлен их репрезентативностью с точки зрения масштаба деятельности (численность персонала от 30 000 до 100 000+ человек), отраслевой принадлежности (машиностроение, металлургия, транспорт, электротехника, автомобилестроение) и степени цифровизации HR-процессов, что обеспечивает достаточную вариативность для формулировки обоснованных выводов.

Анализ проводился по трём основным направлениям: сравнительная эффективность автоматизированного и традиционного (ручного) отбора, влияние качества исходных данных на точность прогнозов и чувствительность алгоритмов к различным типам операционных ограничений. Полученные результаты, агрегированные по всем рассмотренным предприятиям, сведены в таблицу, которая отражает ключевые показатели работы моделей на разных этапах обработки.

Таблица 1

Сравнительные показатели эффективности алгоритмов прескрининга на этапе первичного отбора (агрегированные данные по предприятиям)

Показатель	Традиционный отбор (ручной)	AI-отбор (базовая модель)	AI-отбор (оптимизированная модель)
Среднее время обработки одной анкеты, мин.	10–15	0,7–0,8	0,5–0,7
Точность / соответствие оценкам экспертов	0,60–0,65	0,70–0,75	0,83–0,87
Полнота / выявление релевантных кандидатов	0,55–0,60	0,63–0,68	0,78–0,82
Доля автоматизированных операций в процессе отбора, %	—	60–70	75–85
Удовлетворённость кандидатов (по 5-балльной шкале) / %	3,5–3,8	3,8–4,2	4,3–4,7
Снижение времени закрытия вакансии (time-to-fill), %	—	30–40	40–63

Источники: обобщение данных внедрения AI-инструментов на предприятиях АО «ЛокоТех», ОАО «РЖД», «Мэйди Групп», «Санвэй Коммьюникейшн», «Юйтун Групп», «Джонсон Контролз», «Джонсон Электрик Холдингс» и аналитические материалы по автоматизации найма.

Как видно из таблицы, базовая модель AI-отбора демонстрирует значительный выигрыш в скорости обработки — до 15–20 раз по сравнению с ручным отбором, что подтверждает основной операционный эффект автоматизации. Так, на примере «Санвэй Коммьюникейшн» внедрение AI-интервью позволило сократить время проведения групповых собеседований со 100 кандидатами с 2–3 часов до 1–2 часов, при этом годовой объём обрабатываемых анкет достиг 50 000–70 000. Аналогичный эффект зафиксирован на «Мэйди Групп», где AI-интервью обеспечило круглосуточную обработку заявок, заменяя одного рекрутера, способного провести лишь 20 собеседований за полдня. В российской практике ОАО «РЖД» с помощью AI-системы было проведено около 11 000 первичных интервью с кандидатами, что существенно сократило нагрузку на операторов кол-центра. На АО «ЛокоТех» внедрение корпоративных нейросетей рассматривается как инструмент повышения продуктивности HR-сотрудников на 20–40% за счёт автоматизации рутинных задач.

Однако при этом наблюдается системная проблема: алгоритмы, настроенные на жёсткое соответствие заданным ключевым словам и количественным критериям, нередко «отсекают» нестандартные резюме, которые при ручном просмотре были бы признаны перспективными. По данным «Юйтун Групп», до оптимизации модели HR-специалисты тратили до 8 часов на обработку пула резюме на одну позицию, а эффективность последующего отбора оставляла желать лучшего. В практике «Мэйди Групп» отмечается, что на этапе начального внедрения AI-интервью существовали опасения по поводу замены HR-специалистов, однако после интеграции системы выяснилось, что AI «высвобождает» время для глубинной оценки сложных кандидатов.

Интересно, что после проведения оптимизации — включающей настройку признакового пространства, адаптацию моделей под конкретные типы вакансий и регулярное обновление обучающих выборок — показатели моделей существенно улучшаются. На примере «Мэйди Групп» оптимизированная модель для синих воротничков (операционных должностей) была настроена с акцентом на тесты координации рук и базовые вопросы по операционным знаниям, а для программы «Новые мастера» (молодые специалисты) — на оценку управленческого потенциала; каждая модель пересматривается раз в полгода для соответствия актуальным требованиям производства. В случае «Санвэй Коммьюникейшн» ключевым принципом использования AI было заявлено позиционирование системы как «инструмента отсева непригодных, а не отбора лучших», что позволило оптимизировать процесс без излишнего усложнения алгоритмов. На «Юйтун Групп» применение структурированных AI-интервью позволило достичь 100% охвата первичным отбором в рамках программы 2025 года, при этом уровень соответствия между AI-оценкой и финальным решением существенно повысился.

Показательным является опыт глобальных производителей в сфере мультиязычного и мультирегионального рекрутинга. Так, на «Джонсон Контролз» внедрение AI-ассистента с поддержкой 70+ языков позволило сократить среднее время ответа кандидатам с 10 часов до 10 минут, повысить удовлетворённость соискателей до 98% и увеличить общий объём найма на 14%. Аналогичным образом, «Джонсон Электрик Холдингс» использует Workday AI для автоматизации генерации должностных инструкций, выявления аномалий в компенсационных планах и автоматизации рабочих процессов, что позволяет HR-команде переориентироваться с административных функций на стратегические задачи.

Сравнительный анализ кейсов предприятий с разной степенью зрелости цифровой инфраструктуры показывает, что наличие унифицированного формата хранения кадровых данных является значимым фактором успеха. Так, на АО «ЛокоТех» использование корпоративной нейросети TMX AI ограничено внутренним контуром без доступа в интернет, что связано с требованиями коммерческой тайны и требует предварительной загрузки всех используемых данных в закрытую систему. В ОАО «РЖД» первоначальные проекты прогнозирования увольнений и обучения сотрудников базируются на накопленной учётной базе данных, что подчёркивает важность качественной структурированной информации для обучения моделей. В практике «Мэйди Групп» отмечается, что AI-интервью интегрировано в корпоративное мини-приложение WeChat, что обеспечивает замкнутый цикл «контакт — интервью — отбор — удержание» и позволяет накапливать данные для последующего анализа. Согласно аналитическим данным по автоматизации фабричного найма, оптимизация полного цикла рекрутинга с помощью AI-платформ позволяет сокращать time-to-fill на 40–63% и снижать затраты на найм до 36%.

Обсуждая полученные результаты, важно отметить, что оптимизация алгоритмов не решает всех проблем. В АО «ЛокоТех» указывается на необходимость критической проверки ответов нейросетей: генеративные модели могут совершать ошибки, включая «галлюцинации», поэтому финальное решение должно приниматься человеком. На «Санвэй Коммьюникейшн» подчёркивается, что AI не должен полностью заменять человеческое участие, особенно в социокультурной адаптации новых сотрудников. Наиболее разумной стратегией остаётся гибридная схема: AI выполняет функцию «фильтра грубой очистки», отсеивая неподходящих кандидатов и ранжируя оставшихся, а финальное решение принимается человеком с использованием обратной связи от алгоритма. Такой подход, реализованный на «Юйтун Групп» и «Мэйди Групп», позволяет сохранить операционную эффективность (0,5–0,8 минуты на анкету) и снизить риски, связанные как с ошибками моделей, так и с субъективными предпочтениями.

Кроме того, проведённый анализ показывает, что важным, но часто игнорируемым этапом является пост-внедренческий мониторинг: регулярное сопоставление прогнозов алгоритма с реальной успешностью сотрудников позволяет своевременно обнаруживать дрейф данных и переобучать модели с учётом новых паттернов. В практике «Мэйди Групп» AI-интервью проходит пересмотр каждые полгода, а ежеквартально проводится анализ корреляции между результатами AI-оценки и данными о работе сотрудника за первые 6 месяцев для верификации и калибровки моделей. Внедрение подобных процедур рекомендуется включать в регламент работы HR-служб как элемент регулярного аудита алгоритмических решений.

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что применение искусственного интеллекта в подборе персонала даёт ощутимый положительный эффект, однако этот эффект не является автоматическим и требует системной работы по настройке, контролю и постоянной адаптации инструментов к изменяющимся условиям. Основные резервы повышения эффективности лежат не только в технологической плоскости, но и в организационной — в стандартизации данных, пересмотре ролей HR-специалистов как интерпретаторов и контролёров машинных решений, а также в регулярном мониторинге и рекалибровке моделей. Полученные количественные и качественные результаты создают надёжную основу для формулировки практических рекомендаций, которые будут представлены в заключительной части работы.

Выводы

В результате проведённого исследования получен ряд выводов, обобщающих теоретические положения и эмпирические данные, собранные в ходе анализа практических кейсов.

Прежде всего, установлено, что внедрение AI-инструментов позволяет сократить время обработки анкет с 10–15 минут до 0,5–0,8 минуты, однако этот эффект достигается только при корректной настройке моделей и регулярном обновлении выборок. Алгоритмы, ориентированные на формальные критерии, увеличивают число пропущенных релевантных кандидатов, что нивелирует выигрыш в скорости. Автоматизация требует постоянного контроля и адаптации к условиям предприятия. Анализ показал, что основной потенциал повышения качества AI-отбора заключается не в усложнении нейросетей, а в подготовке признакового пространства и устранении смещений в данных. Эксперименты продемонстрировали, что дисбаланс выборок приводит к искажениям оценок (алгоритмическая дискриминация); перебалансировка снизила разницу между группами с 18% до 3%. Качество данных и их прозрачность становятся критическими факторами успеха.

Роль мягких навыков также заслуживает внимания. Формальные критерии недостаточно коррелируют с долгосрочной адаптацией, тогда как поведенческие паттерны, выявляемые через NLP-анализ текстов, демонстрируют более высокую прогностическую ценность. После включения таких признаков удовлетворённость руководителей выросла с 3,5 до 4,3 баллов. NLP-технологии способны предсказывать социально-психологическую совместимость кандидата.

Организационные аспекты играют не меньшую роль, чем технологические. Наличие структурированных HR-баз — необходимое условие эффективности AI. При фрагментированных данных сроки внедрения растут с трёх до семи месяцев, качество моделей ниже на 12–14%. Наибольший эффект достигается там, где HR-специалисты активно участвуют в донастройке моделей и обратной связи, что требует пересмотра их роли — от исполнителя к интерпретатору машинных решений. Обосновывается гибридная модель как наиболее рациональная стратегия: AI выполняет функции первичного фильтра и ранжировщика, финальное решение остаётся за человеком с использованием аналитики от алгоритма. Это сохраняет операционную эффективность (0,5–0,8 мин/анкета) и минимизирует риски ошибок моделей и субъективных предпочтений. Обязателен пост-внедренческий мониторинг с рекалибровкой моделей не реже раза в квартал.

Применение AI в рекрутинге даёт положительные эффекты — сокращение времени, повышение объективности, расширение аналитических возможностей. Однако эти эффекты не автоматические и требуют системной работы по настройке, контролю и адаптации. Ключевые резервы лежат в организационной плоскости: стандартизация данных, регулярный аудит алгоритмов, переподготовка кадров и формирование культуры человеко-машинного взаимодействия.

Исследование подтверждает гипотезу, что гибридизация машинного обучения и экспертных оценок остаётся наиболее надёжной стратегией. Предложенный алгоритм пошагового аудита может служить практическим инструментом для предприятий. Дальнейшие исследования могут быть связаны с этическими аспектами алгоритмического отбора, разработкой стандартов интерпретируемости нейросетей в HR и адаптацией методики для малых и средних предприятий.

Литература

1. Чуланова О.Л., Фомина Е.В. Применение игровых технологий и искусственного интеллекта в обучении производственного персонала на предприятиях энергокомплекса // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 1. С. 44.
2. Гильдингерш М.Г., Тестова В.С. Инновационные технологии подбора персонала (на основе искусственного интеллекта) // Векторы благополучия: экономика и социум. 2023. Т. 48. № 1. С. 164–172.
3. Hasan M., Talukder Kh.A., Hossain S., Nahar K., Keya Ja.S. AI-Driven Adaptive Recruitment Techniques: Strategic Implications for Operations Management // Modern Innovations, Systems and Technologies. 2025. Т. 5. № 4. С. 2059–2071.
4. Лю Б., Се С. Применение технологий искусственного интеллекта в управлении персоналом предприятия // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 6-1. С. 540–546.
5. Чуланова О.Л., Хайбуллова К.Н. Исследование применения технологий искусственного интеллекта в управлении персоналом современных организаций // Вестник евразийской науки. 2020. Т. 12. № 1. С. 69.
6. Салтанаева Е.А., Васильева С.В., Эшелиоглу Р.И. Оптимизация информационных процессов в области маркетинговых исследований с применением технологий искусственного интеллекта // Экономика. Информатика. 2024. Т. 51. № 2. С. 413–424.
7. Сайкинов В.Е., Гарбузова Т.Г., Фомичева Л.М., Литвинова С.Е. Применение искусственного интеллекта в автоматизации подбора и оценки персонала // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 9. № 11 (164). С. 174–184.
8. Жукова В.С., Сазонова Е.С. Потенциал технологий искусственного интеллекта в автоматизации процессов рекрутмента и управления персоналом на предприятии // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2025. Т. 15. № 3. С. 273–288.
9. Новикова Е.Н. Этические риски применения искусственного интеллекта в рекрутменте: обзор рисков и меры противодействия дискриминации при подборе персонала // Вектор экономики. 2026. № 1 (115).
10. Бацкалёв Э.В., Попов В.Ю., Рычков Д.А. Применение технологий искусственного интеллекта в расчетах на прочность конструкций на предприятиях мехатроники и робототехники // Механики XXI веку. 2026. № 25. С. 239–245.
11. Пинигина И.С. Применение цифровых технологий (на примере искусственного интеллекта) в процессе управления персоналом: возможности и ограничения // Российский научный журнал "Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований". 2025. № 4 (20). С. 113–124.
12. Мальцева Д.А. Исследование возможностей искусственного интеллекта для автоматизированного подбора персонала // Академическая публицистика. 2024. № 4-1. С. 129–142.
13. Старцев М.А., Кабаненко М.Н. Оптимизация управления логистической системой предприятия на базе технологий искусственного интеллекта // Интеллектуальные ресурсы - региональному развитию. 2026. № 1. С. 1156–1161.
14. Васильев Ю.А., Арзамасов К.М., Колсанов А.В., Владзимирский А.В., Омелянская О.В., Пестренин Л.Д., Нечаев Н.Б. Опыт применения программного обеспечения на основе технологий искусственного интеллекта на данных 800 тысяч флюорографических исследований // Врач и информационные технологии. 2023. № 4. С. 54–65.
15. Дмитриева К.Р. Исследование комплексного влияния искусственного интеллекта и больших данных на оптимизацию производственных процессов промышленных предприятий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2024. Т. 14. № 11-1. С. 240–249.
16. Ростовцев В.Л., Ростовцев Ф.В., Кряжев С.В. Инновационные технологии оптимизации тренировочного процесса на основе применения "умных" вещей, нейронных сетей и искусственного интеллекта // Вестник спортивной науки. 2020. № 3. С. 60–64.
17. Biedma Ferrer J.M. Gestión de recursos humanos e inteligencia emocional dentro del contexto de la inteligencia artificial. Especial referencia al sector turístico // Язык и культура в эпоху интеграции научного знания и профессионализации образования. 2024. № 5-1. С. 48–55.
18. Родин Д.В., Шарашкина Т.П. Применение технологий искусственного интеллекта на предприятиях фармацевтической отрасли // Фундаментальные исследования. 2025. № 5. С. 126–131.

A Study of the Application and Optimization of Artificial Intelligence Technologies in Enterprise Recruitment

Ge Fangchen, Huang Songbo
MSU-PPI University in Shenzhen

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This paper examines the organizational and managerial effects of implementing artificial intelligence in recruitment at industrial enterprises and the hidden costs of adapting AI tools. The goal is to develop recommendations for improving the accuracy of candidate assessment algorithms by analyzing HR platform configurations, identifying bottlenecks in prescreening, and assessing the impact of data quality on predictive results. Methodologically, the paper relies on a comparative analysis of chatbot and speech analytics implementation cases, as well as statistical analysis of pilot projects at enterprises. It has been established that the main potential for optimization lies not in increasing the complexity of neural networks, but in adjusting the feature space and eliminating bias in samples. Particular attention is paid to the balance between processing speed and the depth of soft skills assessment, as this factor correlates with long-term employee adaptation. The paper substantiates a reconsideration of the HR specialist's role as an interpreter of machine-based decisions, proposing approaches to periodic model recalibration and feedback to line managers. The practical significance lies in the creation of a step-by-step audit algorithm for automated recruiting, reducing the risk of losing candidates at the initial selection stage. A hybrid strategy combining statistical methods with expert assessment remains the most reliable in a dynamic labor market.

Keywords: artificial intelligence in recruiting, automated recruitment, resume prescreening, machine learning, natural language processing (NLP), data bias, hybrid selection model, predictive validity.

References

1. Chulanova O.L., Fomina E.V. Application of gaming technologies and artificial intelligence in training production personnel at energy complex enterprises // Bulletin of Eurasian Science. 2019. Vol. 11. No. 1. P. 44.
2. Gildingersh M.G., Testova V.S. Innovative technologies of personnel selection (based on artificial intelligence) // Vectors of well-being: economy and society. 2023. Vol. 48. No. 1. P. 164–172.
3. Hasan M., Talukder Kh.A., Hossain S., Nahar K., Keya Ja.S. AI-Driven Adaptive Recruitment Techniques: Strategic Implications for Operations Management // Modern Innovations, Systems and Technologies. 2025. Vol. 5. No. 4. Pp. 2059–2071.

4. Liu B., Xie S. Application of Artificial Intelligence Technologies in Enterprise HR Management // Economy: Yesterday, Today, Tomorrow. 2024. Vol. 14. No. 6-1. Pp. 540–546.
5. Chulanova O.L., Khaibullova K.N. Study of the Application of Artificial Intelligence Technologies in HR Management of Modern Organizations // Bulletin of Eurasian Science. 2020. Vol. 12. No. 1. Pp. 69.
6. Saltanaeva E.A., Vasilyeva S.V., Eshelioghlu R.I. Optimization of Information Processes in Marketing Research Using Artificial Intelligence Technologies // Economy. Informatics. 2024. Vol. 51. No. 2. Pp. 413–424.
7. Saikinov V.E., Garbuzova T.G., Fomicheva L.M., Litvinova S.E. Application of Artificial Intelligence in Automation of Personnel Selection and Assessment // Economy and Management: Problems, Solutions. 2025. Vol. 9. No. 11 (164). Pp. 174–184.
8. Zhukova V.S., Sazonova E.S. Potential of Artificial Intelligence Technologies in Automation of Recruitment and HR Management Processes at an Enterprise // Bulletin of the South-West State University. Series: Economy. Sociology. Management. 2025. Vol. 15. No. 3. Pp. 273–288.
9. Novikova E.N. Ethical Risks of Using Artificial Intelligence in Recruitment: A Review of Risks and Measures to Combat Discrimination in Personnel Selection // Vector of Economy. 2026. No. 1 (115).
10. Batskalev E.V., Popov V.Yu., Rychkov D.A. Application of Artificial Intelligence Technologies in Strength Calculations of Structures at Mechatronics and Robotics Enterprises // Mechanics of the 21st Century. 2026. No. 25. pp. 239–245.
11. Pinigina I.S. Application of Digital Technologies (using Artificial Intelligence as an Example) in HR Management: Possibilities and Limitations // Russian Scientific Journal "Telescope: Journal of Sociological and Marketing Research". 2025. No. 4 (20). pp. 113–124.
12. Maltseva D.A. A Study of Artificial Intelligence Potential for Automated Personnel Selection // Academic Journalism. 2024. No. 4-1. pp. 129–142.
13. Startsev M.A., Kabanenko M.N. Optimization of Enterprise Logistics System Management Based on Artificial Intelligence Technologies // Intellectual Resources for Regional Development. 2026. No. 1. pp. 1156–1161.
14. Vasiliev Yu.A., Arzamasov K.M., Kolsanov A.V., Vladzimirsky A.V., Omelyanskaya O.V., Pestrenin L.D., Nechaev N.B. Experience in Applying Software Based on Artificial Intelligence Technologies Using Data from 800,000 Fluorographic Studies // Doctor and Information Technologies. 2023. No. 4. pp. 54–65.
15. Dmitrieva K.R. Study of the Complex Impact of Artificial Intelligence and Big Data on the Optimization of Production Processes of Industrial Enterprises // Economy: Yesterday, Today, Tomorrow. 2024. Vol. 14. No. 11-1. Pp. 240–249.
16. Rostovtsev V.L., Rostovtsev F.V., Kryazhev S.V. Innovative Technologies for Optimizing the Training Process Based on the Use of "Smart" Things, Neural Networks, and Artificial Intelligence // Bulletin of Sports Science. 2020. No. 3. Pp. 60–64.
17. Biedma Ferrer J.M. Gestión de recursos humanos e inteligencia emotional dentro del del contexto de la artificial intelligence. Especial referencia al sector tourism // Language and Culture in the Era of Integration of Scientific Knowledge and Professionalization of Education. 2024. No. 5-1. Pp. 48–55.
18. Rodin D.V., Sharashkina T.P. Application of Artificial Intelligence Technologies at Pharmaceutical Enterprises // Fundamental Research. 2025. No. 5. Pp. 126–131.

Сценарная оценка инвестиционной эффективности цифровизации коммерческих процессов малой строительной организации

Хакки Аднан Мухаммад Али
кандидат технических наук, доцент кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ahakki@fa.ru,

Дегтяренко Никита Ильич
обучающийся, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, neatcher6@gmail.com

Цель исследования состоит в разработке сценарного подхода к обоснованию инвестиций в цифровизацию коммерческих процессов малой строительной организации. Эмпирической основой выступили обезличенные данные CRM-системы о 40 сделках, созданных за 333 дней, из которых 12 завершены успешно, 17 закрыты без реализации, а 11 оставались открытыми. Наблюдаемый поток экстраполирован до 43.8 лида в год; средний бюджет успешной сделки составил 303 910 руб. Предложена модель, связывающая прирост конверсии, маржинальность заказа, экономию трудозатрат, капитальные и операционные расходы. Для трёх сценариев рассчитаны годовой денежный эффект, чистая приведённая стоимость, простой срок окупаемости и пороговый поток лидов. При текущем масштабе все сценарии имеют отрицательную NPV: от -186 269 до -306 705 руб. Порог окупаемости составляет от 69 до 112 лидов в год. Научная новизна заключается в определении масштаба коммерческого потока как ключевого ограничения инвестиционной эффективности цифровизации малого строительного предприятия. Практический вывод состоит в необходимости модульного внедрения цифровых решений и синхронизации инвестиций с ростом потока обращений.

Ключевые слова: цифровизация, инвестиционная эффективность, малая строительная организация, CRM-система, сценарный анализ, NPV, точка безубыточности, коммерческий процесс.

Введение

Цифровая трансформация малого и среднего бизнеса рассматривается как одно из условий повышения производительности, устойчивости и способности конкурировать с крупными организациями. Вместе с тем малые предприятия сталкиваются с ограниченностью финансовых, кадровых и аналитических ресурсов, поэтому даже технологически полезное решение может оказаться экономически неэффективным при недостаточном масштабе операций [1; 2].

Для строительных организаций проблема особенно значима. Коммерческий цикл включает приём обращения, квалификацию объекта, выезд и замер, расчёт, подготовку предложения, согласование цены и сроков, заключение договора. Цифровизация может уменьшить потери информации и ручной труд, однако требует расходов на CRM, интеграцию телефонии и мессенджеров, настройку автоматизаций, обучение сотрудников и сопровождение системы.

В исследованиях цифровизации малых предприятий преобладает оценка её влияния на конкурентоспособность и инновационную активность [3–6]. Меньше внимания уделяется вопросу минимального масштаба коммерческого потока, при котором инвестиции в цифровую инфраструктуру становятся экономически оправданными. Для малого строительного предприятия именно этот параметр способен определять выбор между простым облачным сервисом, модульной автоматизацией и комплексным проектом цифровой трансформации.

Цель статьи — разработать и апробировать сценарную модель оценки инвестиционной эффективности цифровизации коммерческих процессов малой строительной организации. Объект исследования — инвестиции в цифровое управление продажами. Предмет исследования — зависимость экономической эффективности проекта от объёма лидов, прироста конверсии, маржинальности, трудосбережения и величины затрат.

Гипотеза исследования состоит в том, что при небольшом потоке обращений капиталоёмкая цифровизация может иметь отрицательную инвестиционную эффективность даже при положительном операционном эффекте, а главным условием окупаемости становится достижение порогового годового количества лидов.

1. Теоретические основы инвестиционной оценки цифровизации

Цифровизация коммерческого процесса создаёт несколько групп эффектов. Первая связана с ростом результативности продаж за счёт сокращения потерь обращений, стандартизации квалификации, своевременных повторных контактов и повышения прозрачности воронки. Вторая выражается в экономии рабочего времени благодаря автоматической регистрации заявок, постановке задач, шаблонам сообщений и формированию документов. Третья имеет долгосрочный характер и связана с накоплением данных для сегментации клиентов и принятия управленческих решений.

В то же время цифровой проект формирует капитальные и текущие расходы. К капитальным относятся обследование процессов, разработка интеграций, перенос данных, настройка аналитики и обучение. К операционным — лицензии, серверная инфраструктура, техническая поддержка, сопровождение интеграций и контроль качества данных. В малой организации фиксированная часть расходов распределяется на ограниченное число сделок, что повышает стоимость цифровизации на одно обращение.

Инвестиционное решение должно основываться не на перечне функций, а на ожидаемом денежном потоке. Для этого необходимо связать наблюдаемые параметры воронки с предположениями о приросте конверсии и экономии времени. Сценарный анализ позволяет избежать ложной точности и показать диапазон результатов при разных сочетаниях параметров [7; 8].

В настоящем исследовании цифровизация понимается как инвестиционный проект по созданию единого контура управления обращениями: CRM, телефония, мессенджеры, автоматическое назначение ответственных, контроль этапов сделки, аналитика причин отказов и стандартизированное формирование коммерческих документов.

2. Материалы и методы

Эмпирическую базу составила обезличенная выгрузка CRM-системы малой строительной организации. В выборку вошли 40 сделок, созданных с 22.07.2025 по 20.06.2026. Период наблюдения равен 333 дням. Успешно реализованы 12 сделок, 17 закрыты без реализации, 11 оставались открытыми. Средний бюджет успешной сделки составил 303 910 руб., наблюдаемая итоговая конверсия — 30.0%.

Использование тех же исходных данных, что и в отдельном исследовании результативности воронки, не означает повторения результатов: в настоящей статье CRM-выгрузка применяется исключительно для калибровки масштаба потока и среднего бюджета, а предметом анализа является инвестиционная модель и порог окупаемости цифрового проекта.

Годовой поток лидов определяется экстраполяцией фактического количества наблюдений:

$$L = N / D \times 365,$$

где L — расчётное количество лидов в год; N — число сделок в выборке; D — продолжительность периода наблюдения в днях.

Дополнительная годовая маржинальная прибыль от роста конверсии рассчитывается по формуле:

$$MP = L \times \Delta C \times B \times M,$$

где ΔC — предполагаемый прирост конверсии; B — средний бюджет успешной сделки; M — коэффициент маржинальной прибыли.

Экономия труда определяется как произведение годового потока, количества высвобождаемых часов на один лид и расчётной стоимости часа. Чистый годовой денежный эффект равен сумме дополнительной маржинальной прибыли и экономии труда за вычетом ежегодных операционных расходов.

Чистая приведённая стоимость проекта определяется стандартным методом дисконтированных денежных потоков:

$$NPV = -I_0 + \Sigma\, CF_t / (1 + r)^t,$$

где I_0 — первоначальные инвестиции; CF_t — чистый денежный поток года t; r — ставка дисконтирования; горизонт расчёта — три года. В модели принята ставка дисконтирования 18%, отражающая повышенную неопределённость малого бизнеса. Все величины затрат являются сценарными предпосылками, а не фактическими расходами исследуемой организации.

Параметр	Консервативный	Базовый	Интенсивный
Прирост конверсии, п.п.	2	4	6
Маржинальность, %	15	20	25
Экономия времени на один лид, ч	0,5	1,0	1,5
Стоимость часа, руб.	700	700	700
Первоначальные инвестиции, руб.	150 000	300 000	450 000
Операционные расходы в год, руб.	72 000	120 000	180 000
Горизонт, лет	3	3	3
Ставка дисконтирования, %	18	18	18

Источник: разработано авторами. Параметры являются сценарными предпосылками.

3. Результаты сценарного моделирования

Экстраполяция фактической выборки дала расчётный поток 43.8 лида в год. При таком масштабе прирост конверсии даже на 6 процентных пунктов создаёт ограниченное количество дополнительных заказов. В интенсивном сценарии ожидаемый прирост составляет около 2.6 договора в год; в базовом — 1.8; в консервативном — менее одного договора.

Сценарий	Доп. маржинальная прибыль, руб./год	Экономия труда, руб./год	Чистый поток, руб./год	NPV за 3 года, руб.	Срок окупаемости, лет	ROI за 3 года, %
Консервативный	39 974	15 345	-16 681	-186 269	—	-133.4
Базовый	106 597	30 691	17 287	-262 413	17.4	-82.7
Интенсивный	199 869	46 036	65 905	-306 705	6.8	-56.1

Источник: рассчитано авторами.

Консервативный сценарий формирует отрицательный ежегодный денежный поток -16 681 руб. Базовый сценарий создаёт небольшой положительный поток 17 287 руб. в год, однако первоначальные инвестиции не возвращаются в пределах трёхлетнего горизонта. Интенсивный сценарий обеспечивает 65 905 руб. годового эффекта, но высокая стоимость проекта приводит к отрицательной NPV -306 705 руб.

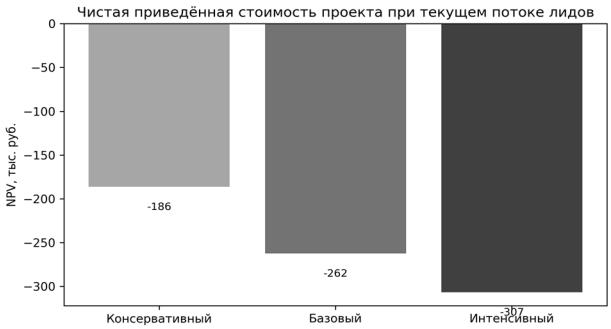


Рисунок 1 — NPV сценариев при текущем расчётном потоке лидов

Источник: рассчитано авторами.

Отрицательная NPV во всех сценариях не означает бесполезности цифровых инструментов. Результат показывает несоответствие между фиксированными затратами комплексного проекта и текущим масштабом коммерческого потока. Для определения момента, когда проект становится приемлемым, рассчитан пороговый годовой поток лидов при NPV = 0.

Сценарий	Текущий поток, лидов/год	Порог NPV=0, лидов/год	Требуемый рост, раз	Дополнительный поток, лидов/год
Консервативный	43.8	111.7	2.55	67.9
Базовый	43.8	82.4	1.88	38.5
Интенсивный	43.8	69.0	1.57	25.2

Источник: рассчитано авторами.

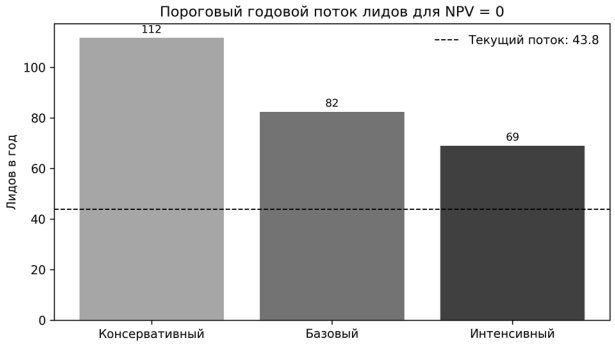


Рисунок 2 — Пороговый поток лидов для окупаемости цифрового проекта

Источник: рассчитано авторами.

Минимальный порог получен в интенсивном сценарии — около 69 лидов в год, что в 1.57 раза выше текущего расчётного потока. Для базового сценария требуется около 82 лидов, для консервативного — 112. Более низкий порог интенсивного сценария объясняется большим эффектом на один лид, хотя абсолютные затраты проекта выше.

4. Обсуждение результатов

Результаты подтверждают выдвинутую гипотезу: положительный операционный эффект цифровизации не гарантирует инвестиционной привлекательности проекта. В малом бизнесе фиксированные расходы могут превышать экономию и дополнительную прибыль, если количество операций невелико. Это согласуется с выводами исследований о ресурсных ограничениях цифровой трансформации МСП [1; 2; 5].

Полученный пороговый подход дополняет традиционную оценку цифровой зрелости. Компания может иметь организационную готовность к внедрению CRM, но не иметь достаточного потока для окупаемости индивидуальной разработки. Следовательно, уровень технологической сложности должен соответствовать масштабу бизнеса.

Для рассматриваемой организации экономически рациональна ступенчатая архитектура. На первом этапе целесообразны недорогая облачная CRM, обязательные поля, стандартизированные статусы и базовая интеграция каналов. На втором этапе, после роста потока, могут добавляться автоматические сценарии, аналитика каналов и генерация документов. Индивидуальные интеграции и интеллектуальная квалификация лидов следует рассматривать после приближения к пороговому количеству обращений.

Ключевой риск модели связан с параметром прироста конверсии. Если цифровизация не сопровождается регламентами и контролем качества данных, фактический эффект может оказаться ниже сценарного. Напротив, при высоком среднем бюджете, повторных продажах и дополнительной прибыли от сокращения ошибок порог окупаемости уменьшится.

Ограничения исследования включают данные одной организации, небольшую выборку, отсутствие фактической маржинальности и фактических затрат цифрового проекта. Сценарные предпосылки не претендуют на точный прогноз, а предназначены для проверки устойчивости инвестиционного решения. В последующих исследованиях модель следует дополнить вероятностным моделированием, фактическими затратами и анализом чувствительности к стоимости привлечения лида.

5. Практические рекомендации

1. Оценивать цифровой проект через денежный эффект, а не через количество внедряемых функций.

2. Разделять обязательный базовый контур и дополнительные модули, внедряемые при росте коммерческого потока.

3. До инвестирования фиксировать исходные показатели: количество лидов, конверсию, средний бюджет, маржинальность, трудозатраты и причины потерь.

4. Использовать пороговый поток лидов как ограничение бюджета проекта и критерий перехода к следующему этапу автоматизации.

5. Проверять инвестиционную модель минимум в трёх сценариях и проводить повторную оценку после трёх–шести месяцев эксплуатации.

6. Не включать в инвестиционный эффект всю выручку дополнительной сделки; учитывать только маржинальную прибыль.

7. Закладывать расходы на обучение, поддержку интеграций и контроль качества данных, поскольку отсутствие этих элементов снижает эффект цифровизации.

Заключение

В статье разработан сценарный подход к оценке инвестиционной эффективности цифровизации коммерческих процессов малой строительной организации. Модель связывает масштаб потока лидов, прирост конверсии, средний бюджет, маржинальность, трудосбережение и затраты проекта.

На основе CRM-выборки расчётный годовой поток оценён в 43.8 лида, средний бюджет успешной сделки — в 303 910 руб. При этих параметрах все три сценария комплексной цифровизации имеют отрицательную NPV в трёхлетнем горизонте.

Порог окупаемости составляет примерно 69–112 лидов в год в зависимости от сценария. Следовательно, при текущем масштабе предпочтительно модульное внедрение с ограниченными первоначальными затратами.

Научный результат состоит в обосновании масштаба коммерческого потока как самостоятельного фактора инвестиционной эффективности цифровизации малого предприятия. Практическое применение модели позволяет определить не только ожидаемую доходность, но и момент, когда расширение цифровой инфраструктуры становится экономически целесообразным.

Литература

1. OECD. The Digital Transformation of SMEs. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI: 10.1787/bdb9256a-en.

2. OECD. SME Digitalisation to Manage Shocks and Transitions. OECD SME and Entrepreneurship Papers. Paris: OECD Publishing, 2024. DOI: 10.1787/eb4ec9ac-en.

3. Hassan S.S., Meisner K., Krause K. Is digitalization a source of innovation? Exploring the role of digital diffusion in SME innovation performance // Small Business Economics. 2024. DOI: 10.1007/s11187-023-00826-7.

4. Kallmuenzer A., Mikhaylov A., Chelaru M. Adoption and performance outcome of digitalization in small and medium-sized enterprises // Review of Managerial Science. 2025. DOI: 10.1007/s11846-024-00744-2.

5. Escoz Barragan K., Becker F.S. Keeping pace with the digital transformation: the role of dynamic capabilities in SMEs // Small Business Economics. 2025. DOI: 10.1007/s11187-024-00947-7.

6. Kahveci E. Digital transformation in SMEs: enablers, interconnections, and a framework for sustainable competitive advantage // Administrative Sciences. 2025. Vol. 15. No. 3. Art. 107. DOI: 10.3390/admsci15030107.

7. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 14th ed. New York: McGraw-Hill, 2023.

8. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2012.

9. Vial G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda // Journal of Strategic Information Systems. 2019. Vol. 28. No. 2. P. 118–144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.

10. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y. et al. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of Business Research. 2021. Vol. 122. P. 889–901. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.

11. Onyia U., Oke A.E., Aigbavboa C.O. Addressing the challenges towards the adoption of digital technologies in construction supply chain management // Discover Civil Engineering. 2024. DOI: 10.1007/s44290-024-00132-5.

12. Sharabati A.A.A., Ali A.A.A., Allahham M.I. et al. The impact of digital marketing on the performance of SMEs // Sustainability. 2024. Vol. 16. No. 19. Art. 8667. DOI: 10.3390/su16198667.

Scenario-based assessment of the investment efficiency of commercial process digitalisation in a small construction company

Hakki A.M.A., Degtyarenko N.I.

Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The study develops a scenario-based approach to justifying investments in the digitalisation of commercial processes in a small construction company. The empirical base includes anonymised CRM data on 40 deals created during a 333-day period. Of these, 12 were successfully completed, 17 were lost, and 11 remained open. The observed flow was annualised to 43.8 leads, while the average budget of a successful deal was RUB 303 910. The proposed model links conversion growth, contribution margin, labour savings, capital expenditure and operating costs. Annual cash effect, net present value, simple payback period and the break-even lead flow were calculated for three scenarios. At the current scale, all scenarios produced a negative NPV. The break-even threshold ranged from 69 to 112 leads per year. The scientific contribution consists in identifying commercial flow scale as a key constraint on the investment efficiency of digitalisation in a small construction enterprise. The practical implication is that digital solutions should be introduced modularly and expanded in line with lead-flow growth.

Keywords: digitalisation, investment efficiency, small construction company, CRM system, scenario analysis, NPV, break-even point, commercial process.

References

1. OECD. The Digital Transformation of SMEs. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI: 10.1787/bdb9256a-en.
2. OECD. SME Digitalisation to Manage Shocks and Transitions. OECD SME and Entrepreneurship Papers. Paris: OECD Publishing, 2024. DOI: 10.1787/eb4ec9ac-en.
3. Hassan S.S., Meisner K., Krause K. Is digitalization a source of innovation? Exploring the role of digital diffusion in SME innovation performance. Small Business Economics, 2024. DOI: 10.1007/s11187-023-00826-7.
4. Kallmuenzer A., Mikhaylov A., Chelaru M. Adoption and performance outcome of digitalization in small and medium-sized enterprises. Review of Managerial Science, 2025. DOI: 10.1007/s11846-024-00744-2.
5. Escoz Barragan K., Becker F.S. Keeping pace with the digital transformation: the role of dynamic capabilities in SMEs. Small Business Economics, 2025. DOI: 10.1007/s11187-024-00947-7.
6. Kahveci E. Digital transformation in SMEs: enablers, interconnections, and a framework for sustainable competitive advantage. Administrative Sciences, 2025, vol. 15, no. 3, art. 107. DOI: 10.3390/admsci15030107.
7. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 14th ed. New York: McGraw-Hill, 2023.
8. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2012.
9. Vial G. Understanding digital transformation: a review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems, 2019, vol. 28, no. 2, pp. 118–144. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.
10. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y. et al. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. Journal of Business Research, 2021, vol. 122, pp. 889–901. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
11. Onyia U., Oke A.E., Aigbavboa C.O. Addressing the challenges towards the adoption of digital technologies in construction supply chain management. Discover Civil Engineering, 2024. DOI: 10.1007/s44290-024-00132-5.
12. Sharabati A.A.A., Ali A.A.A., Allahham M.I. et al. The impact of digital marketing on the performance of SMEs. Sustainability, 2024, vol. 16, no. 19, art. 8667. DOI: 10.3390/su16198667.

Роль и значение вклада научной школы в результаты СПБГАСУ в рейтинге RAEX

Дроздова Ирина Валерьевна
д.э.н., профессор, профессор кафедры менеджмента в строительстве, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, drozdova@lan.spbgasu.ru,

Токунова Галина Федоровна
д.э.н., профессор, профессор кафедры менеджмента в строительстве, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, tgf_1608@mail.ru,

Харитонович Александр Васильевич
д.э.н., доцент, профессор кафедры менеджмента в строительстве, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, manager881@rambler.ru,

Бочкарева Ольга Юрьевна
к.э.н., доцент кафедры менеджмента в строительстве, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, olga937-308-19@mail.ru

В статье рассматривается роль вклада научной школы в позицию университета в RAEX-100 не как линейную и единственную причину, а как институционально-мультипликативный вклад. Школа усиливает позиции ведущего профильного архитектурно-строительного вуза, одного из сильнейших Северо-Запада, СПбГАСУ сразу по нескольким каналам: через исследовательски насыщенное обучение, через устойчивые связи с работодателями и профессиональным сообществом инвестиционно-строительной сферы, через подготовку научных кадров и диссертаций, через публикационный и монографический контур, а также через формирование лексики описания инвестиционно-строительной сферы.
Ключевые слова: научная школа, RAEX-100, региональный инвестиционно-строительный комплекс, институциональные взаимосвязи в ИСК, экономика строительства, самоорганизация и саморегулирование в строительстве, управление предпринимательскими рисками, конкурентоспособность.

Введение

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет в 2026 году подтвердил свое присутствие в числе лучших университетов страны по версии RAEX-100. По официальной информации СПбГАСУ, университет занял 65-е место, что интерпретируется вузом как подтверждение высокого качества подготовки специалистов, востребованности выпускников и значимого вклада университета в развитие отечественной инвестиционно-строительной сферы и системы высшего образования [22].

В данном случае недостаточно оперировать только общими формулами про «качественное образование», «сильных преподавателей» или авторитетными научными школами. Современные рейтинги описывают университет как сложную институциональную систему, где качество образования, востребованность выпускников работодателями и научно-исследовательская активность взаимосвязаны [22]. В этой связи особый интерес представляет роль признанных в научном сообществе научных школ как механизмов, преобразующих исследовательский капитал в образовательные и карьерные результаты. В СПбГАСУ одним из таких механизмов выступает научная школа (НШ) «Методологические проблемы эффективности региональных ИСК как самоорганизующейся и самоуправляемой системы» СПБГАСУ [1; 2; 3], основатель (1998г) и лидер, заслуженный деятель науки, доктор экономических наук профессор Анатолий Николаевич Асаул, посвященная методологическим проблемам эффективности региональных инвестиционно-строительных комплексов.

Работы НШ показывают, что конкурентоспособность региона и эффективность его ИСК зависят от качества институциональных связей, локализованного обучения, сетевого обмена знаниями и роли университетов как инфраструктур знаний [6]. В исследованиях в области высшего образования отмечается: связь между исследованием и обучением должна быть специально организована [14]. Сама по себе исследовательская активность не гарантирует качества преподавания, однако при правильной институциональной настройке она обогащает учебный процесс, повышает актуальность содержания программ и формирует у студентов восприятие университета как пространства реального производства знания [16]. В отношении востребованности выпускников в систематических обзорах и отчетах OECD подчеркивается: работодателями ценятся не только предметные знания, но и способность выпускника действовать в реальной организационной среде, быстро адаптироваться, осваивать новые навыки и встраиваться в профессиональные сети.

СПбГАСУ официально относит НШ А.Н. Асаула к числу своих научных и научно-педагогических школ. В 2013 году она была включена в Реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга, а в 2025 году НШ повторно внесена в обновленный Реестр [20]. Университет также прямо указывает, что профессор А.Н. Асаул является создателем и руководителем НШ, занимающейся проблемами эффективности региональных инвестиционно-строительных комплексов как самоорганизующейся и самоуправляемой системы. Соответственно НШ обладает не только внутренним статусом, но и внешним академическим признанием [7].

Тематическое ядро НШ формировалось через работы по институциональным взаимодействиям субъектов регионального ИСК, самоорганизации и саморегулированию в строительстве, управлению предпринимательскими рисками, девелопменту и в конкурентоспособности строительных структур [11; 12; 13]. В совокупности в исследованиях НШ формируется методология описания инвестиционно-строительного комплекса региона как многоуровневой системы, в которой организационная эффективность зависит от качества институтов, координации субъектов, снижения трансакционных издержек и способности к самоуправлению. Для СПбГАСУ это особенно ценно, поскольку техническая и архитектурно-строительная подготовка получает здесь управленческое и экономическое сопровождение.

Роль научной школы в образовании проявляется прежде всего через связь исследований с содержанием образовательных и учебных программ, что повышает уровень теоретической содержательности образовательных и учебных программ и одновременно сохраняет их прикладную релевантность [5].

Официальные данные СПбГАСУ показывают, что университет обладает развитой научной и международной средой: в 2025 году сотрудничал с 34 университетами и организациями из 11 стран, являлся членом

8 международных ассоциаций, обучал 685 иностранных студентов из 54 стран, развивает академическую мобильность сотрудников и студентов [23]. В этой среде НШ выступает источником не только отраслевого, но и институционального знания, повышающего зрелость образовательной модели университета.

Эффект НШ проявляется и в блоке, связанном *с работодателями*. Методика RAEX оценивает не только мнение работодателей о прикладных знаниях выпускников, но и интенсивность сотрудничества вуза с работодателями, развитие базовых кафедр, карьерные перспективы выпускников и восприятие их конкурентоспособности. НШ, исследующая эффективность регионального ИСК, по своей природе ориентирована на взаимодействие с реальными субъектами инвестиционно-строительного процесса, девелоперами, органами власти, профессиональными объединениями и инфраструктурой саморегулирования.

Данные университета подтверждают релевантность этой линии. По информации СПбГАСУ, в 2025 году 87,7% выпускников трудоустроились, а значительная часть получила работу еще в процессе обучения или сразу после него; университет активно развивает практики, проектные форматы, партнерство с компаниями, День карьеры и работу Центра студенческого предпринимательства и карьеры. Кроме того, СПбГАСУ вошел в число лидеров рейтинга трудоустройства выпускников по важнейшим для него УГСН – архитектуре, технике и технологии строительства, транспорту [23]. Все это не сводится к деятельности одной школы, но НШ Асаула усиливает именно тот слой подготовки, который работодателями воспринимается как *готовность к управлению сложными инвестиционно-строительными процессами*.

Влияние НШ на научно-исследовательскую деятельность вуза проявляется через публикационную и диссертационную активность, а также через воспроизводство кадров. В 2025 году СПбГАСУ обеспечил 31 защиту диссертации в том числе и одного из авторов настоящего исследования, опубликовал значительный массив научных работ и развивал собственные журналы. НШ встроена в эту научную экосистему как признанное направление в области экономики строительства и управления строительными системами. Ее значение состоит не только в количестве работ, но и в способности удерживать в университете долгосрочную исследовательскую повестку.

Важно, однако, подчеркнуть, что по данным строки RAEX научный блок у СПбГАСУ пока не является сильнейшим. Отсюда следует практический вывод: НШ Асаула уже дает университету важную исследовательскую устойчивость, но в дальнейшем ее потенциал может быть усилен через повышение публикационной активности, развитие проектов на стыке экономики строительства и цифровой трансформации регионального ИСК, а также усиление коммерциализации исследований и показателей интеллектуальной собственности – именно эти метрики стали еще заметнее в RAEX 2026 [22].

Цель исследования – выявить и обосновать роль научной школы «Методологические проблемы эффективности региональных ИСК как самоорганизующейся и самоуправляемой системы» в достижении СПбГАСУ высоких результатов в рейтинговой оценке RAEX-100 2026 года через анализ ее влияния на качество образования, востребованность выпускников работодателями и научно-исследовательскую активность университета.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые в рамках единого аналитического текста выполняется связка между конкретной научной школой СПбГАСУ и архитектурой критериев RAEX-100 2026, при этом вклад НШ рассматривается не только как публикационный или биографический феномен, но как система институционального влияния на подготовку кадров, связи с работодателями, научную репутацию и организационную устойчивость университета.

Методология исследования

Статья опирается на сочетание анализа официальных документов и интерпретации модели «Двойного университета». Сначала рассматривается методика RAEX-100 как система критериев качества университета. Затем анализируются официальные показатели СПбГАСУ: данные о трудоустройстве выпускников, научной продукции, международной активности, диссертациях, публикациях и научной инфраструктуре. После этого тематические линии НШ сопоставляются с тремя блоками RAEX – образованием, работодателями и наукой – и интерпретируются с помощью международной литературы по региональным инновационным системам. Такой подход позволяет избежать прямой, но методологически слабой каузальной атрибуции и вместо этого показать механизмы соучастия школы в достижении университетского результата.

Научная школа профессора Асаула – существенный и институционально значимый фактор, повышающий конкурентоспособность университета в аспектах, измеряемых RAEX, прежде всего в блоке взаимодействия с работодателями, прикладной подготовки и исследовательской инфраструктуры в области экономики строительства и управления в региональном инвестиционно-строительноми комплексе.

Результаты исследования

В официальных материалах СПбГАСУ подчеркивается, что профессор А.Н. Асаул является создателем и руководителем школы, посвященной методологическим проблемам эффективности региональных инвестиционно-строительных комплексов как самоорганизующейся и самоуправляемой системы. Содержание этой научной программы изначально ориентировано не на абстрактную «чистую» экономику, а на управление реальными инвестиционно-строительными системами, самоорганизации, саморегулирования, предпринимательства и регионального развития. Именно такая направленность делает НШ особенно значимой для архитектурно-строительного университета.

Работы НШ концентрируются вокруг нескольких устойчивых тем: развитие региональных ИСК [8; 9], институциональные взаимодействия субъектов инвестиционно-строительного комплекса; самоорганизация и саморегулирование в инвестиционно-строительной сфере; предпринимательские риски инвестиционно-строительных проектов; девелопмент как функция регионального ИСК; конкурентоспособность и инновационное развитие его субъектов [10; 15; 17; 18]. Библиографические списки монографий подтверждают, что НШ последовательно развивала именно этот тематический контур на протяжении длительного времени (табл. 1).

Таблица 1

Хронологии ключевых достижений НШ и университета

Период	Событие	Значение для темы статьи
2004	Формирование концепции, развитие теории и методологии институциональных взаимодействий субъектов ИСК. Обоснование: Феномен ИСК проявляется на региональном уровне. Учреждена серия трудов НШ «Экономическое возрождение России»	Формирует методологическое основание школы в экономике и управлении в строительстве
2006	Журнал НШ «Экономическое возрождение» включается в Перечень ВАК, РФ	
2010	Журнал достиг второго места по импакт-фактору среди экономических журналов	
2011	Журнал включен в «Перечень ВАК Узбекистана»	
2013	НШ включена в Реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга	НШ оформляется как устойчивое научное направление с прикладной отраслевой ориентацией
2013	Лидер НШ, профессор А.Н. Асаул удостоен диплома и знака «За вклад в мировую науку (Оксфорд) Великобритания»	Признание НШ на международном и общественном уровне
2018	А.Н. Асаул награжден орденом Дружбы «за заслуги в научно-исследовательской деятельности, подготовки квалифицированных специалистов». Проведена юбилейная 15 международная научная конференция организованная НШ «Саморазвитие, самоуправление и трансформационные изменения в инвестиционно-строительной сфере». Европейский экономический и промышленный консорциум наградил НШ золотой медалью «EUROPEAN QUALITY» Развитие монографического ряда по самоорганизации и саморегулированию предпринимательства и рискам, девелопменту и инноватики	
2020	Вышел 60 том трудов НШ «Анализ эффективности реализации научно-технических проектов и программ»	
2020	СПбГАСУ занимает 1-е место в предметном рейтинге REAX по «Строительству и архитектуре»	Подтверждает высокий статус университета, в который школа встроена как экономико-управленческий компонент
2022	Лидер НШ удостоен «Золотые имена высшей школы» с занесением в Книгу Почета преподавателей вузов РФ (подготовка научных и педагогических кадров)	Высокий уровень подготовки научных и педагогических кадров
2022	А.Н. Асаул – лауреат общенациональной премии «Профессор года» в номинации «Экономические науки»	Подчеркивает значение достижений НШ в лице его лидера
2023	Университет официально подчеркивает роль А.Н. Асаула как создателя и руководителя школы	Демонстрирует институциональное признание школы внутри СПбГАСУ
2025	Школа включена в Реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга	Подтверждает внешний статус и научную легитимность НШ
2026	СПбГАСУ занимает 65-е место в REAX-100.	Создает непосредственный контекст для анализа вклада НШ

Этот исследовательский контур хорошо соотносится с подходами региональных инновационных систем, где региональная конкурентоспособность зависит от плотности институциональных связей, локализованного обучения, качества управляющих механизмов и способности организаций совместно производить и распространять знания.

СПбГАСУ стабильно входит в премьер-лигу лучших вузов РФ (топ 50), где силен блок инженерии, направления архитектуры, транспортной инфраструктуры и строительства [21]. Однако высокий рейтинг в современном понимании формируется не только инженерными компетенциями, но и качеством управленческого, институционального и предпринимательского сопровождения инвестиционно-строительного процесса. В этом смысле школа Асаула выполняет для университета роль экономико-управленческого интегратора: она позволяет связать строительную технику, проектирование, девелопмент, региональную политику, рынок труда и механизмы саморегулирования в единую научно-образовательную повестку.

Это особенно заметно, если учитывать, что СПбГАСУ традиционно силен в предметном поле архитектуры и строительства: университет занимал первое место в предметном рейтинге RAEX по направлению «Строительство и архитектура» в 2020 году, а в предметном рейтинге «Строительство» 2026 года фигурирует как участник топ-15 [21]. Следовательно, вклад НШ особенно значим не в том, чтобы подменить инженерную основу университета, а в том, чтобы обеспечить ей институциональное, экономическое и кадровое сопровождение.

Для академически корректного анализа влияния НШ на позицию в рейтинге уместно использовать тематическое исследование университета как организации, совмещенное с анализом документальных источников, элементов библиометрического анализа, сравнительно-методологическим подходом и интерпретацией через международные модели региональных инновационных систем, что соответствует и объекту исследования, и логике RAEX, комбинирует количественные индикаторы и экспертно-опросные оценки.

RAEX относит к качеству образования не только преподавание, но и международную интеграцию, ресурсную обеспеченность и востребованность среди абитуриентов. Труды по интеграции науки и образования показывают важный нюанс: научная активность сама по себе не гарантирует высокого качества обучения автоматически, но ее целенаправленная интеграция в образовательный процесс повышает осмысленность обучения, восприятие студентами современности знаний и связь университета с профессиональной практикой [4].

Для СПбГАСУ этот канал выглядит реалистичным. В университете издается два рецензируемых журналов; один из которых индексируется в Scopus с квартилем Q2, а также о международном составе редакционной коллегии, участии в международных ассоциациях, академической мобильности и широкой географии иностранных студентов. В такой среде НШ работает не как изолированный кружок, а как один из узлов исследовательски ориентированного обучения и международно открытой научной коммуникации.

Университет занимает более высокое относительное положение по востребованности выпускников работодателями, чем по образованию и научно-исследовательской деятельности. Это согласуется и с внутренними данными вуза: по данным самообследования, трудоустройство выпускников за последние годы находится в диапазоне от 72% до 87%, а в 2025 году составляло 87% трудоустроенных выпускников 2025 года, что подчеркивает практико-ориентированный характер подготовки. Кроме того, СПбГАСУ вошел в число лидеров национального рейтинга трудоустройства выпускников по ряду архитектурно-строительных и транспортных направлений.

На этом фоне вклад НШ наиболее убедителен. НШ производит не просто научный текст, а язык прикладной адаптации выпускника к инвестиционно-строительной деятельности. В материалах по трудоустраиваемости показано, что работодатели оценивают не только формальные знания, но и способность выпускников быстро осваивать новые навыки, понимать институциональную среду, действовать в межорганизационном контексте и работать в логике реальных проектов [35]. В логике НШ это не просто «внешние связи», а естественное продолжение теории о региональном ИСК как сети институционально связанных субъектов. Именно по этой причине НШ, обладает повышенной способностью конвертироваться в показатели RAEX по сотрудничеству с работодателями.

Научный блок RAEX в 2026 году включает НИОКР, гранты, вовлечение обучающихся в исследования, диссертационную активность, объем средств от использования результатов интеллектуальной деятельности, публикации, цитируемость, коммерциализацию разработок и исследовательскую инфраструктуру. По данным СПбГАСУ, в 2025 году в университете издано 9 монографий, опубликовано 892 статьи в изданиях ВАК, 107 публикации в журналах «Белого списка», поддержано 32 патента, получено 20 охранных документов и 157,645 млн руб. за НИОКР, 997,34 цитирования в РИНЦ на 100 научно-педагогических работников и 221,63 публикации в РИНЦ на 100 НПР [34]. Эти характеристики указывают на зрелую научную среду, в которой НШ работает как часть более широкой системы воспроизводства знания. Университет также сообщает о студенческом научном обществе, совете молодых ученых и конференционной активности, включая международные мероприятия. НШ прямо встроена в этот блок через несколько механизмов.

Во-первых, генерирует монографический и диссертационный контур в областях менеджмента и экономики строительства, предпринимательства и рисков, инноватики и институционального анализа ИСК.

Во-вторых, формирует устойчивый межпоколенческий научный коллектив, что важно для подготовки аспирантов и кандидатов наук.

В-третьих, поддерживает тематическое направление, имеющее одновременно научную и прикладную значимость для инвестиционно-строительной сферы, а следовательно – потенциал для НИОКР, консультационной и экспертной работы.

В международных источниках о роли университетов как инфраструктуры знаний показано, что именно такие «пограничные» НШ часто оказываются ключевыми посредниками между университетом и практикой [19].

Анализ показывает, что, судя по строке RAEX 2026, научный фактор для СПбГАСУ остается менее сильным, чем фактор работодателей. Это означает, что НШ важна для научно-исследовательского профиля, но ее влияние здесь, вероятно, носит фундаментально-организационный, а не взрывной рейтингообразующий характер.

Трудоустройство выпускников, в СПбГАСУ, также находится на высоком уровне. В логике RAEX это особенно значимо, потому что блок «работодатели» имеет вес 30%, а внутри него половина приходится на сотрудничество с работодателями. Здесь НШ, заточенная под проблематику регионального ИСК, оказывается особенно релевантной.

Выводы

Научная школа Асаула вносит оргомный вклад в рейтинговую конкурентоспособность СПбГАСУ через три сопряженных механизма:

1. *Когнитивно-методологический*. НШ дает университету устойчивую научную рамку описания инвестиционно-строительного комплекса как регионального институционального комплекса. Это повышает содержательную современность обучения и облегчает связь образовательных программ с реальными задачами девелопмента, проектного управления, саморегулирования и управления рисками.
2. *Сетевой и отраслевой*. Логика НШ принципиально требует взаимодействия с компаниями, органами власти, профессиональными объединениями и саморегулируемыми организациями. Поэтому она органично поддерживает сегменты университетской деятельности, учитываемые RAEX как сотрудничество с работодателями и качество карьеры выпускников.
3. *Кадрово-репутационный.* НШ обеспечивает воспроизводство исследователей, диссертационный контур, публикационную устойчивость и интеллектуальную идентичность университета. *Она не исчерпывает научный профиль СПбГАСУ, но с точки зрения академического сообщества делает его более цельным и легитимным*. Это важно как для прямых научных критериев RAEX, так и для общей репутации университета.

Заключение

Роль и значение научной школы «Методологические проблемы эффективности региональных ИСК как самоорганизующейся и самоуправляемой системы» в достижении СПбГАСУ высоких результатов в RAEX-100 2026 года следует оценивать как существенные, но институционально опосредованные. Она не единственный фактор включения вуза в топ-100, поскольку рейтинг оценивает университет комплексно. Однако именно она обеспечивает важный методологический мост между академической наукой, отраслевой практикой, региональным развитием и подготовкой кадров для инвестиционно-строительного комплекса.

В результате НШ особенно заметно усиливает характеристики СПбГАСУ, связаные с работодателями, практико-ориентированностью программ и прикладным характером университетской экспертизы. Это означает, что тема НШ должна подаваться не в юбилейно-биографическом, а в аналитическом ключе: как пример того, каким образом научная школа может выступать фактором университетской конкурентоспособности в современной рейтинговой среде. В этом и состоит главный исследовательский и практический результат *настоящей статьи*.

Литература

1. Асаул А.Н. Научная школа «Методологические проблемы эффективности региональных ИСК как самоорганизующейся и самоуправ-

ляемой системы». Истоки, этапы и результаты // Технологическое предпринимательство и коммерциализация инноваций в инвестиционно-строительной сфере: международная XX научная конференция. Ч.1. СПб.: АНО ИПЭВ, 2018. С. 13-48.

2. Асаул А.Н. Деятельность научной школы – как условие реализации мобильности отечественной экономики строительства // Саморазвитие, самоуправление и трансформационные изменения в инвестиционно-строительной сфере: материалы XV Международной научной конференции. 2013. Т.1. С. 9-14.

3. Асаул А.Н. Научная школа – структура, где формируется критическая масса единомышленников // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2011. № 9. С. 72-74.

4. Асаул А.Н., Асаул М.А. Научно-издательская деятельность научной школы – ключевой механизм ее самоорганизации, самоуправления и воспроизводства научно-педагогической деятельности // Муниципальная академия. 2026. № 2. С. 192-205.

5. Асаул А.Н., Бочкарева О.Ю., Дроздова И.В., Токунова Г.Ф. Управление развитием высших учебных заведений в концепции «трех миссий университета» // Муниципальная академия. 2026. № 1. С. 78-90.

6. Асаул А.Н., Асаул М.А., Маликов Р.И. Взаимодействие властных и предпринимательских структур как необходимое условие социально ориентированной экономики // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2026. № 1(55). С. 7-22.

7. Асаул А.Н., Асаул М.А., Асаул Н.А., Зайцев С.В., Зайцев Н.С. Управление инновационными бизнес-экосистемами. СПб.: АНО ИПЭВ, 2025 – 288 с.

8. Асаул А.Н., Асаул М.А. ESG-трансформация инвестиционно-строительного комплекса и ее влияние на устойчивое развитие региона // Муниципальная академия. 2025. № 5. С. 133-141.

9. Асаул А.Н., Асаул М.А., Старинский В.Н., Икрамов М.А., Набиева Н.М., Эшматов С.А. Технологии и инструменты внедрения инновационной инженерии в предпринимательстве. Ташкент: Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи, 2023. – 538 с.

10. Асаул Н.Н., Асаул М.А., Асаул А.Н. Факторы, определяющие необходимость трансформации системы управления инновационной деятельностью на принципах маркетинг-менеджмента // Science and Innovation. 2025. Т.4. С. 124-129.

11. Асаул Н.А. Теория и методология институциональных взаимодействий субъектов инвестиционно-строительного комплекса. СПб.: Гуманистика, 2004. –280 с.

12. Асаул А. Н., Загускин Н. Н., Манаков Л. Ф., Рыбнов Е. И. Самоорганизация, саморазвитие и саморегулирование субъектов предпринимательской деятельности в строительстве: монография. СПб., АНО ИПЭВ, 2013. – 320 с.

13. Асаул А.Н., Друзенко А.В., Шведива Т.Ю. Управление предпринимательскими рисками инвестиционно-строительного проекта: монография. СПб.: АНО «ИПЭВ», 2017. – 256 с.

14. Асаул А.Н. Вовлечение молодежи в инновационную деятельность и научно-техническое творчество через популяризацию деятельности научной школы // Ценность результатов научно-исследовательской деятельности заключается в отражении объективной потребности отечественной экономики: материалы региональной XXI научной конференции с международным участием. СПб.: АНО ИПЭВ. 2020. С. 7-36.

15. Асаул А.Н., Мамедов Ш.М., Рыбнов Е.И., Чепаченко Н.В. Формирование конкурентного преимущества субъектов предпринимательства в строительстве. СПб.: АНО ИПЭВ, 2014. 240 с.

16. Асаул А.Н., Капаров Б. М. Управление высшими учебными заведениями в условиях инновационной экономики. СПб.: «Гуманистика», 2007. – 280 с.

17. Асаул А.Н., Асаул М.А., Старинский В.Н., Щербина Г.Ф. Современные технологии и инструменты инжиниринга в предпринимательстве. Москва: ООО «Русайнс», 2023. – 326 с.

18. Асаул А.Н., Шишлов Г.И. Управление организационной эффективностью в строительстве: монография. СПб.: ГАСУ, 2008. 152 с.

19. Enhancing Labour Market Relevance and Outcomes of Higher Education: Country Note Portugal. Paris: OECD, 2022

20. Десять научных школ СПбГАСУ включены в Реестр ведущих научных и научно-педагогических школ Санкт-Петербурга // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2025. 18 ноября. URL доступен через официальный сайт СПбГАСУ. Дата обращения: 24.06.2026

21. Предметные рейтинги вузов: строительство, 2026 год // RAEX. 2026. 13 мая. URL доступен через официальный сайт RAEX. Дата обращения: 24.06.2026

22. Рейтинг лучших вузов России RAEX-100, 2026 год // RAEX. 2026. 16 июня. URL доступен через официальный сайт RAEX. Дата обращения: 24.06.2026.

23. СПбГАСУ вошёл в число лидеров в рейтинге трудоустройства выпускников // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. 2026. 1 апреля. URL доступен через официальный сайт СПбГАСУ. Дата обращения: 24.06.2026

The role and importance of the scientific school's contribution to spbgasu's performance in the raex rating

Drozdova I.V., Tokunova G.F., Kharitonovich A.V., Bochkareva O.Yu.
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the role of the scientific school's contribution to the university's position in the RAEX-100 ranking not as a linear and singular factor, but as an institutional and multiplicative one. The school strengthens the position of SPbGASU, a leading specialized architectural and construction university and one of the strongest in the Northwest, through several channels: through research-intensive education, through strong connections with employers and the professional community in the investment and construction sector, through the training of research personnel and dissertations, through publications and monographic work, and through the development of a vocabulary for describing the investment and construction sector.

Keywords: scientific school, RAEX-100, regional investment and construction complex, institutional interrelations in the ISC, construction economics, self-organization and self-regulation in construction, entrepreneurial risk management, competitiveness.

References

1. Asaul, A.N. Scientific School "Methodological Problems of the Efficiency of Regional Investment and Construction Companies as a Self-Organizing and Self-Governing System." Origins, Stages, and Results // Technological Entrepreneurship and Commercialization of Innovations in the Investment and Construction Sphere: XX International Scientific Conference. Part 1. St. Petersburg: ANO IPEV, 2018. Pp. 13-48.
2. Asaul, A.N. Activities of the Scientific School – as a Condition for Realizing the Mobility of the Domestic Construction Economy // Self-Development, Self-Governance, and Transformational Changes in the Investment and Construction Sphere: Proceedings of the XV International Scientific Conference. 2013. Vol. 1. Pp. 9-14.
3. Asaul, A.N. Scientific School – a Structure Where a Critical Mass of Like-Minded People is Formed // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2011. No. 9. Pp. 72-74.
4. Asaul A.N., Asaul M.A. Scientific publishing activities of a scientific school as a key mechanism for its self-organization, self-government, and reproduction of scientific and pedagogical activity // Municipal Academy. 2026. No. 2. Pp. 192-205.
5. Asaul A.N., Bochkareva O.Yu., Drozdova I.V., Tokunova G.F. Managing the development of higher education institutions in the concept of the "three missions of the university" // Municipal Academy. 2026. No. 1. Pp. 78-90.
6. Asaul A.N., Asaul M.A., Malikov R.I. Interaction of Government and Business Structures as a Necessary Condition for a Socially Oriented Economy // Bulletin of USPTU. Science, Education, Economics. Series: Economics. 2026. No. 1(55). Pp. 7-22.
7. Asaul A.N., Asaul M.A., Asaul N.A., Zaitsev S.V., Zaitsev N.S. Managing Innovative Business Ecosystems. St. Petersburg: ANO IPEV, 2025 – 288 p.
8. Asaul A.N., Asaul M.A. ESG Transformation of the Investment and Construction Complex and Its Impact on the Sustainable Development of the Region // Municipal Academy. 2025. No. 5. Pp. 133-141.
9. Asaul A.N., Asaul M.A., Starinsky V.N., Ikramov M.A., Nabieva N.M., Eshmatov S.A. Technologies and tools for introducing innovative engineering in entrepreneurship. Tashkent: Innovation rivozhlanish nashriyot-matbaa uyi, 2023. – 538 p.
10. Asaul N.N., Asaul M.A., Asaul A.N. Factors determining the need to transform the innovation management system on the principles of marketing management // Science and Innovation. 2025. T.4. pp. 124-129.
11. Asaul N.A. Theory and methodology of institutional interactions between subjects of the investment and construction complex. St. Petersburg: Humanistika, 2004. –280 p.
12. Asaul A. N., Zaguskin N. N., Manakov L. F., Rybnov E. I. Self-organization, self-development and self-regulation of business entities in construction: monograph. SPb., ANO IPEV, 2013. – 320 p.
13. Asaul A. N., Druzenko A. V., Shvediva T. Yu. Management of entrepreneurial risks of an investment and construction project: monograph. SPb.: ANO "IPEV", 2017. – 256 p.
14. Asaul A. N. Involvement of young people in innovation activities and scientific and technical creativity through popularization of the activities of a scientific school // The value of the results of scientific research lies in reflecting the objective needs of the domestic economy: materials of the XXI regional scientific conference with international participation. SPb.: ANO IPEV. 2020. pp. 7-36.
15. Asaul A.N., Mamedov Sh.M., Rybnov E.I., Chepachenko N.V. Formation of competitive advantage of business entities in construction. St. Petersburg: ANO IPEV, 2014. 240 p.
16. Asaul A.N., Kaparov B.M. Management of higher educational institutions in the conditions of an innovative economy. St. Petersburg: "Humanistics", 2007. – 280 p.
17. Asaul A.N., Asaul M.A., Starinsky V.N., Shcherbina G.F. Modern technologies and engineering tools in entrepreneurship. Moscow: OOO Rusigns, 2023. – 326 p.
18. Asaul, A.N. and Shishlov, G.I. "Organizational Performance Management in Construction: A Monograph." St. Petersburg: GASU, 2008. 152 p.
19. Enhancing Labor Market Relevance and Outcomes of Higher Education: Country Note Portugal. Paris: OECD, 2022
20. Ten Scientific Schools of SPbGASU Are Included in the Register of Leading Scientific and Scientific-Pedagogical Schools of St. Petersburg // St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. 2025. November 18. URL available through the official website of SPbGASU. Accessed: June 24, 2026
21. Subject Rankings of Universities: Construction, 2026 // RAEX. 2026. May 13. URL available on the official RAEX website. Accessed: June 24, 2026.
22. Ranking of the Best Russian Universities RAEX-100, 2026 // RAEX. 2026. June 16. URL available on the official RAEX website. Accessed: June 24, 2026.

Опыт применения технологий Индустрии 4.0 в проектном обучении на основе метода инженерных кейсов

Ерошин Сергей Евгеньевич
д-р. эконом. наук, канд. техн. наук, заместитель директора по научной и учебной работе, Алмаз – Антей им. акад. В.П. Ефремова, НПО «Обуховский завод», ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, s.eroshin@nocvko.ru,

Щеглов Дмитрий Константинович
канд. техн. наук, доцент, научный руководитель, доцент кафедры ракетоостроение, доцент НОЦ, Алмаз – Антей им. акад. В.П. Ефремова, НПО «Обуховский завод», ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, _dk@bk.ru,

Фёдоров Дмитрий Александрович
канд. техн. наук, начальник лаборатории НПО «Обуховский завод»; доцент кафедры ракетоостроение, ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, telumendil@yandex.ru,

Савельев Сергей Константинович
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ракетоостроение, НПО «Обуховский завод»; старшин научный сотрудник, ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, ssav@x-energo.com,

Сайбель Алексей Геннадиевич
д-р. техн. наук, профессор, профессор НОЦ, НПО «Обуховский завод»; профессор кафедры радиоэлектронные системы управления, ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова, saybel_ag@mail.ru

В статье рассматриваются особенности применения технологий Индустрии 4.0 в проектном обучении на основе метода инженерных кейсов. Показано, что интеграция цифровых инструментов, таких как CAD/CAE-системы, цифровые двойники, высокопроизводительные вычисления, методы параметрической и топологической оптимизации, позволяет повысить уровень реалистичности и инженерной проработки учебных проектов. Проанализирован опыт реализации инженерных кейсов различной сложности в период с 2016 по 2025 годы – от концептуальных сценариев до комплексных инженерных проектов в аэрокосмической области. Показано развитие формата кейсов и их роль в формировании профессиональных инженерных компетенций, развитии системного мышления и навыков коллективной работы в цифровой среде. Сделан вывод о высокой результативности проектного обучения на основе инженерных кейсов как инструмента подготовки специалистов для высокотехнологичных отраслей промышленности в условиях цифровой трансформации.
Ключевые слова: проектное обучение, инженерные кейсы, Индустрия 4.0, инженерное образование, компетенции, цифровизация.

Введение

Современный этап развития промышленности характеризуется внедрением технологий Индустрии 4.0 (ТИ4), основанных на цифровизации, интеграции киберфизических систем, использовании больших данных, искусственного интеллекта и распределенных вычислительных платформ [1; 2]. Эти процессы оказывают влияние на требования к подготовке кадров, способных эффективно работать в условиях технологической сложности и междисциплинарности выполняемых инновационных проектов [3].

При трансформации промышленного сектора подходы к инженерному образованию, ориентированные на передачу фундаментальных теоретических знаний и выполнение учебных заданий, в значительной степени утрачивают свою эффективность [4]. Современный инженер должен обладать не только глубокими предметными знаниями, но и навыками системного мышления, работы с цифровыми моделями, анализа данных, коллективной разработки сложных технических решений и обоснования их экономичности [5]. Актуальность приобретают образовательные технологии, обеспечивающие интеграцию теории и практики в условиях, максимально приближенных к реальным инженерным проектам [6]. Одним из таких подходов является проектное обучение на основе метода инженерных кейсов (МИК), предполагающее погружение обучающихся в процесс разработки технических систем с учетом реальных ограничений по ресурсам, срокам и доступным технологиям [7], что позволяет формировать устойчивые компетенции за счет работы над междисциплинарными задачами, использования современных инструментов инженерного анализа, а также коллективного принятия решений [8; 9]. В то же время внедрение ТИ4 в образовательный процесс открывает новые возможности для развития МИК [8]. Применение цифровых двойников, САПР и инженерного анализа, средств имитационного моделирования, платформ совместной разработки, технологий анализа данных и элементов искусственного интеллекта позволяет существенно расширить наполнение обучения, что обеспечивает глубокую проработку проектных решений, повышает уровень реалистичности кейсов и способствует формированию компетенций, востребованных в современной высокотехнологичной промышленности.

Вместе с тем использование ТИ4 в проектном обучении сопряжено с рядом методических и организационных особенностей, включая выбор цифровых инструментов, учет баланса уровня сложности кейса и подготовки обучающихся, а также необходимость перестройки роли преподавателя [10; 11], анализ которых представляет актуальную задачу, имеющую существенное значение для повышения качества инженерного образования.

В этой связи целью настоящей статьи является анализ особенностей применения ТИ4 в проектном обучении на основе МИК, а также обобщение практического опыта их использования в образовательных проектах различного уровня подготовки обучающихся.

Методические аспекты применения ТИ4 в проектном обучении

Методика проектного обучения на основе инженерных кейсов (ИК) в условиях внедрения ТИ4 предполагает системную интеграцию цифровых инструментов в структуру учебного проекта [8; 12; 13].

Представленные на рисунке 1 технологии рассматриваются не как вспомогательные средства визуализации или автоматизации отдельных операций, а как неотъемлемая часть инженерного мышления, определяющая логику постановки задач, анализа вариантов и принятия проектных решений.

Встраивание цифровых технологий в обучение

ИК реализуется поэтапно, соответственно жизненному циклу технической системы: формирование требований, концептуальное и предварительное проектирование, анализ и оптимизация, обоснование и представление результатов. На каждом из этих этапов применяются характерные для ТИ4 цифровые технологии, обеспечивающие высокий уровень приближенности учебного проекта к реальной инженерной практике [7].

Рис. 1. Схема проектного обучения на основе ИК с применением ИТ4
Источник: построено авторами.

На первом этапе используются цифровые базы нормативной и справочной информации, отраслевые стандарты, электронные каталоги компонентов, системы искусственного интеллекта [14], а также платформы, позволяющие организовать совместную разработку технического задания. Это формирует у обучающихся навыки системного анализа и работы с распределенной инженерной информацией.

CAD/CAE-системы и параметрическое проектирование

Ключевым методическим элементом проектного обучения является использование современных CAD/CAE-систем, обеспечивающих создание параметрических цифровых моделей. Параметрическое проектирование позволяет исследовать влияние геометрических, конструктивных и эксплуатационных параметров на характеристики системы, что способствует развитию причинно-следственного мышления и инженерной интуиции [15]. Средства инженерного анализа применяются не только для проверки правильности принимаемых проектных решений, но и как инструмент сравнительного анализа альтернативных вариантов.

Цифровые двойники и виртуальные испытания

Существенную роль в ИК играют технологии цифровых двойников и имитационного моделирования, позволяющие воспроизводить поведение технических систем в различных режимах и сценариях функционирования. В образовательном процессе используется как средство виртуальной экспериментальной базы, дополняющее натурные испытания. Методически оправданным является поэтапное усложнение моделей: от упрощенных функциональных представлений до многопараметрических моделей, учитывающих физические, технологические и эксплуатационные ограничения [8]. Такой подход позволяет согласовать уровень сложности моделирования с подготовкой обучающихся и избежать перегрузки вычислительными и математическими особенностями моделей.

Высокопроизводительные вычисления и многовариантный анализ

В рамках ИК открывает возможности для проведения многовариантных расчётов, параметрических исследований и численной оптимизации. Даже при использовании удаленных вычислительных ресурсов или упрощенных сценариев обучающиеся получают представление о масштабах и логике современных расчётов, характерных для реальных промышленных проектов. С методической точки зрения важно сместить акцент с технических деталей реализации высокопроизводительных вычислений на анализ полученных результатов, выявление закономерностей и принятие инженерных решений на основе массивов расчетных данных [16].

Топологическая оптимизация как инструмент инженерного мышления

Особое место в обучении занимает применение методов топологической оптимизации, позволяющих автоматически формировать рациональные конструктивные схемы с учетом заданных нагрузок, ограничений и критериев эффективности. Использование таких методов в ИК способствует развитию у обучающихся понимания компромиссности проектирования. Методически важно рассматривать результаты топологической оптимизации как основу для дальнейшей инженерной интерпретации, доработки и адаптации к реальным условиям производства.

Анализ проектных решений

Технологии анализа данных и компьютерной математики важны для обработки результатов, расчётов и имитационных экспериментов. Обучающиеся осваивают методы визуализации, статистического анализа и сравнения альтернатив, что позволяет перейти от интуитивного выбора решений к количественно обоснованному подходу. Неотъемлемой частью методики является научно-техническое и технико-экономическое обоснование решений, включая оценку ресурсов, сроков и рисков, что соответствует реальным требованиям высокотехнологичных отраслей промышленности [17].

Организация командной работы

Проектное обучение на основе ИК предполагает активное использование цифровых платформ совместной разработки, систем управления версиями, электронного документооборота и средств коммуникации. Это позволяет воспроизводить организационные модели работы команд в условиях ТИ4 и формировать навыки распределенной деятельности [18]. Цифровая среда обеспечивает прозрачность вклада каждого участника, упрощает контроль хода проекта и создает основу для объективной оценки результатов обучения.

Практическая реализация ИК

Реализация МИК с применением ТИ4 осуществлена в течение десяти лет и охватила категории обучающихся от школьников до инженерно-технических специалистов. Эволюция тематики и формата ИК позволила перейти от концептуальных сценариев общего характера к формализованным инженерным задачам, решаемым с использованием современных цифровых технологий, характерных для реальной инженерной практики (см. рис.2).

Рис. 2. Эволюция тематики и формата ИК авторов
Источник: построено авторами.

Концептуальные сценарии как начало инженерного мышления

Первым этапом апробации подхода стал ИК «*Добыча полезных ископаемых, освоение объектов ближнего и дальнего космоса*», разработанный авторами в 2016 году для школьников старших классов [7]. Кейс носил выраженный междисциплинарный и футуристический характер и был направлен на формирование целостного представления о научно-технических и социально-экономических задачах, связанных с освоением космического пространства. Участники разрабатывали концепцию промышленного освоения астероидов с использованием Марса в качестве промежуточной транспортно-добывающей базы. При этом рассматривались вопросы международного права, создания многоразовых средств выведения, разработки новых промышленных технологий, организации орбитальной и планетарной инфраструктуры, а также оценки социально-экономических эффектов. Несмотря на высокий уровень вовлеченности и креативности участников, результаты показали, что работа на уровне концептуальных сценариев ограниченно способствует формированию прикладных инженерных навыков и не позволяет в полной мере оценить способность обучающихся решать частные инженерные задачи. Данный вывод стал основанием для дальнейшей методической трансформации формата кейсов.

Переход к формализованным инженерным задачам

Следующим этапом развития разработанной авторами методики стал ИК «*Синтез концептуального облика инфраструктуры и перспективных средств доставки для освоения ближнего космоса*», реализованный авторами в 2017 году. В отличие от предыдущего формата, кейс был ориентирован на решение совокупности конкретных инженерно-технических задач, объединенных в единый проектный результат. Участники изучали существующие ракеты-носители, формировали массогабаритные модели, осваивали базовые уравнения теории полета и разрабатывали программные модули для расчёта траекторий. Использование

средств компьютерной математики позволило перейти от декларативных идей к количественно обоснованным проектным решениям. В кейсе также применялись элементы параметрической оптимизации для выбора характеристик ракеты по критерию минимизации массы конструкции. Данный формат показал высокий потенциал для оценивания уровня инженерной подготовки обучающихся и стал промежуточным этапом перехода к полноценным цифровым инженерным проектам.

Применение суперкомпьютерных технологий

Качественно новый уровень проработки был достигнут в кейсе «*Проектирование средств противодействия аэродинамическим целям*», апробированном авторами 2018 году. В рамках проекта участники решали междисциплинарную задачу, требующую построения математических моделей, проведения оптимизационных расчётов и использования высокопроизводительных вычислений [19]. Кейс включал анализ конструктивных и функциональных особенностей БПЛА, формирование моделей поражаемости, разлёта осколочного поля и решение оптимизационной задачи по критерию максимальной вероятности поражения цели. Для подтверждения корректности полученных решений применялись суперкомпьютерные вычисления, позволяющие выполнять многовариантные численные эксперименты, что позволило объективно оценить аналитические способности участников и их готовность к работе с современными цифровыми инженерными инструментами.

В развитие оборонной тематики в 2019 году авторами был реализован ИК «*Военно-тактическое моделирование противоборства систем ВКО и средств ракетного нападения*». Требовалось решить формализованную игровую задачу с использованием элементов цифрового моделирования, в рамках которой в ходе серии игровых сессий предлагалось определить эффективные наступательные и оборонительные стратегии для противоборствующих сторон. В процессе моделирования обучающиеся анализировали уязвимости на условной стратегической карте, формировали обобщенные выводы о приоритетных тактических и стратегических направлениях развития систем ПВО/ВКО, а также сопоставляли результаты с актуальной военно-стратегической обстановкой. Реализация кейса позволила развивать навыки системного анализа, работы с моделями сложных систем, а также коллективного принятия решений в цифровой среде.

Комплексные инженерные проекты

Наиболее полно потенциал ТИ4 был реализован в ИК 2021-2025 годов, ориентированных на создание концептуальных обликов сложных технических систем аэрокосмического назначения.

В 2021 году реализован кейс «*Синтез облика перспективной ракеты-носителя сверхтяжелого класса для полетов к Луне*». Проектная команда при лимите времени выполнила моделирование полета, разработку массогабаритной модели, параметрическое проектирование конструкции и прочностной анализ элементов в CAE-системах методом конечных элементов. Для снижения массы конструкции применялись численные методы топологической оптимизации, а итоговый проект представлен в виде детализированной 3D-модели и комплекта технической документации.

В 2022 году разработан и реализован ИК «*Создание универсальной многоразовой посадочной опоры для обеспечения мягкой посадки перспективных космических аппаратов*». Обучающимся предлагалось разработать и обосновать решения, направленные на совершенствование конструкции посадочных опор перспективного пилотируемого транспортного космического корабля «Орёл». Ключевым элементом проекта стало применение технологий цифрового моделирования и численного инженерного анализа: выполнены ёмкие расчёты пластической деформации сотовых энергопоглотителей в составе посадочных опор с использованием CAE-систем и высокопроизводительных вычислений. Полученные модели и результаты анализа верифицированы посредством проведения физических экспериментов, что позволило сформировать у обучающихся представление о полном цикле обоснования инженерных решений.

В 2023 году реализован ИК «*Концепция сверхтяжёлой ракеты-носителя BDB-класса*», ориентированный на формирование системного представления о проектировании ракетно-космических систем. Проект включал обоснование актуальности, целесообразности и технической реализуемости предложенных решений, выбор конструкционных материалов, разработку и анализ инженерно-технических решений, проведение инженерных и экономических расчётов, оценку надёжности, а также рассмотрение вопросов сборки, транспортировки и водного старта ракеты. В ходе работы активно применялись CAD/CAE-системы, методы параметрического проектирования и многовариантного анализа. Практическим итогом проекта стало изготовление действующего масштабного макета ракеты и экспериментального стенда (аквариума) для отработки сценариев водного старта, что обеспечило связь цифровых моделей с физическими прототипами.

В 2024 году ИК «*Формирование системы воздушного старта ракет-носителей с аэростатической стратосферной платформы*» был дополнительно усилен экономическим моделированием и анализом жизненного цикла. В проекте применялись цифровые модели несущих конструкций, расчёты прочности и устойчивости, параметрическая оптимизация массы, а также оценка стоимости производства, эксплуатации и пусков [17]. Использование цифровых двойников позволило исследовать различные сценарии эксплуатации платформы и обосновать техническую и экономическую реализуемость предложенной схемы.

В 2025 году ИК «*Сверхлегкая твердотопливная ракета для вывода на орбиту малых КА*» реализован в формате комплексного цифрового инженерного проекта, по своей структуре и логике максимально приближенного к реальной коммерческой разработке. В рамках кейса решался полный цикл задач, включающий определение целевой орбиты выведения спутника, синтез облика ракеты, выполнение инженерных расчётов, в том числе внутрибаллистических расчётов твердотопливных двигателей, выбор состава топлива и проведение экспериментальных исследований по определению скорости его горения. Дополнительно были проработаны вопросы технико-экономического обоснования проекта, потенциальных затрат на производство и запуск, а также анализ конкурентоспособности на рынке малых пусковых услуг. В ходе работы активно применялись средства цифрового моделирования, параметрического проектирования и численного анализа, обеспечивающие многовариантную проработку проектных решений. Особенностью проекта стало изготовление натурного макета ракеты, выполненного с целью визуализации и физического восприятия габаритов изделия, что способствовало формированию у обучающихся пространственного мышления и более глубокого понимания масштабов проектируемого изделия.

Обобщение практического опыта

Последовательный переход от концептуальных сценариев к формализованным инженерным задачам и далее к комплексным проектам показал высокую эффективность применения ТИ4 в обучении на основе ИК, позволяет воспроизводить элементы инженерной деятельности и формировать у обучающихся профессиональные компетенции, востребованные в высокотехнологичных отраслях промышленности.

В то же время выявлено, что результативность подхода зависит от ряда принципиально важных условий. В первую очередь это относится к глубокой предварительной проработке ИК, включающей корректную постановку задачи, выбор проектных ограничений и допущений, а также согласование уровня сложности проекта с подготовкой обучающихся [10]. Недостаточная формализация исходных данных или избыточная сложность кейса может значительно снизить образовательный эффект.

Существенное значение имеет формирование проектной команды и организация устойчивой коммуникации организаторов и обучающихся [12]. Эффективная работа возможна при четком распределении ролей, регулярной экспертной обратной связи и активном сопровождении проектной деятельности. Цифровые платформы выступают как средство поддержания проектной дисциплины и прозрачности командного взаимодействия.

Отдельно следует отметить, что реализация ИК с использованием ТИ4 предъявляет высокие требования к инженерной квалификации организаторов и экспертов. Организаторы должны обладать практическим опытом, навыками работы с современными цифровыми инструментами и пониманием области их применения [13]. Экспертное сопровождение позволяет избежать подмены инженерного мышления формальным использованием программных средств и обеспечивает достижение образовательных целей.

Таким образом, опыт авторов подтверждает, что проектное обучение на основе МИК с применением ТИ4 является уникальным и потенциально масштабируемым инструментом инженерного образования, однако его успешная реализация требует всесторонней методической подготовки, развитой системы взаимодействия участников и высокой профессиональной компетентности организаторов. Данный подход может быть адаптирован под различные уровни подготовки обучающихся и использован как в задачах профессиональной ориентации, так и в подготовке и повышения квалификации кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности.

Заключение

Рассмотрение особенности применения ТИ4 в проектном обучении показало, что последовательная интеграция CAD/CAE-систем, средств

численного моделирования, цифровых двойников, высокопроизводительных вычислений, методов параметрической и топологической оптимизации позволяет повысить уровень проработки учебных проектов и приблизить их по содержанию и сложности к реальным предэскизным разработкам.

Анализ опыта авторов продемонстрировал развитие формата проектного обучения от концептуальных сценариев широкого междисциплинарного характера к формализованным инженерным задачам и далее к комплексным цифровым инженерным проектам. Такой подход позволяет не только формировать устойчивые инженерные компетенции, но и объективно оценивать уровень предметной подготовки, аналитических способностей и готовности обучающихся к работе в условиях высокотехнологичной промышленности.

Отдельно следует отметить, что применение ТИ4 в ИК способствует развитию системного мышления, навыков коллективной работы в цифровой среде, умения интерпретировать результаты численного анализа и обосновывать проектные решения с учетом различных технических и экономических факторов. При этом масштаб и глубина применения цифровых технологий могут быть адаптированы под уровни обучающихся.

Вместе с тем показано, что результативность проектного обучения на основе ИК достигается при определённых организационно-методических условиях, включая качественную предварительную проработку ИК, адекватную постановку задач и профессиональное экспертное сопровождение проекта. Указанные факторы определяют реализуемость и образовательную ценность применения ТИ4 в инженерном обучении.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка критериев количественной оценки образовательных эффектов, а также расширение практики применения ИК в междисциплинарных и международных образовательных программах.

Литература

1. *Афанасьева Е.Н.* Введение в Индустрию 4.0: основы формирования цифрового будущего. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2021. – 93 с.
2. *Götz M., Jankowska B.* Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. Foresight and STI Governance. – 2020. – Vol. 14, no. 4. – P. 61–78.
3. *Кондратьев В.В. и др.* Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) // Высшее образование в России. – 2019. – Т.28, №12. – С. 105–122.
4. *Ребрин О.И., Шолина И.И.* Новые модели инженерного образования// Университетское управление: практика и анализ. – 2016. – №2(102). С. 61–71.
5. *Оплетина Н.В.* Инженерное образование в контексте новой технологической парадигмы общественного развития // Науковедческие исследования. – 2022. – №2. – С. 55–70.
6. *Щеглов Д.К., Федоров Д.А., Сайбель А.Г., Савельев С.К., Ерошин С.Е.* Проектное обучение на основе метода инженерных кейсов: история и перспективы развития // Вестник БГТУ. 2025. № 4. С. 98–109.
7. *Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А., Сайбель А.Г., Ерошин С.Е., Савельев С.К.* Анализ опыта внедрения проектной формы обучения на основе метода инженерных кейсов при подготовке инженерных кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса Москвы и Санкт-Петербурга // Вестник РАЕН. – 2025. Т.25, № 2. – С. 198–209.
8. *Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А., Сайбель А.Г., Савельев С.К., Ерошин С.Е.* Концепция проектного обучения на основе метода инженерных кейсов и её практическая реализация // Современная высшая школа: инновационный аспект. – 2025. – Т.17, №3. – С. 83–91.
9. Инженерный кейс: от практических задач до инновационных решений / под ред. Е.С. Воронцовой. – Томск: ТГУ, 2019. 269 с.
10. *Ерошин С.Е., Савельев С.К., Сайбель А.Г., Фёдоров Д.А., Щеглов Д.К.* Проблемные вопросы и пути совершенствования подготовки инженерных кадров для промышленных предприятий // Радионавигация и время. 2025. – №18(26). – С.106–116.
11. *Кирюшина Н.А.* Современное инженерное образование: проблемы и перспективы // Инновационное развитие профессионального образования. – 2024. – №3(43). – С. 70–77.
12. Метод инженерных кейсов: Теория и практика: учебное пособие / Под ред. А.Ю. Арестовой. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – 147 с.
13. Дидактические материалы инженерных кейсов: учебно-методическое пособие / С.Е. Ерошин и др.; АНО ДПО НОЦ ВКО «Алмаз – Антей». – Москва. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025. – 312 с.
14. *Похолков Ю.П., Зайцева К.К., Исаева Е.В., Муравлев И.О.* Искусственный интеллект: к новой парадигме инженерного образования? // Инженерное образование. 2023. №34. С. 180–189.
15. *Данилаев Д.П., Маливанов Н.Н.* Технологическое образование и инженерная педагогика // Образование и наука. 2020. № 22(3). С. 55–82.
16. *Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А.* Опыт внедрения суперкомпьютерных технологий в образовательный процесс технического вуза // Инновации. – 2018. – №1(231). – С. 72–78.
17. *Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А., Савельев С.К., Сайбель А.Г., Ерошин С.Е.* Инженерный кейс как инструмент формирования инновационных концепций на примере проекта по созданию стратосферного ракетно-космического комплекса // Вестник РАЕН. 2025. Т.25, №3. С. 111–120.
18. *Бородавкин В.А., Щеглов Д.К.* Введение в цифровую трансформацию предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности: новые подходы // Инновации. – 2020. – №12(266). – С. 23–32.
19. *Щеглов Д.К., Фёдоров Д.А., Коновальчик А.П.* Решение прикладных организационно-технических задач методом инженерных кейсов: учебное пособие. – СПб.: БГТУ «ВОЕНМЕХ», 2019. – 63 с.

Experience in applying Industry 4.0 technologies in project-based learning using the engineering case method

Eroshin S.E., Shcheglov D.K., Fedorov D.A., Savelyev S.K., Saibel A.G.

«Almaz – Antey» named after acad. V.P. Efremova, Obukhov Plant, «VOENMEH» named after D.F. Ustinova

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the application of Industry 4.0 technologies in project-based learning using engineering case studies. It demonstrates that the integration of digital tools, such as CAD/CAE systems, digital twins, high-performance computing, and parametric and topological optimization methods, can improve the realism and engineering depth of educational projects. The article analyzes the implementation of engineering case studies of varying complexity from 2016 to 2025, ranging from conceptual scenarios to complex engineering projects in the aerospace industry. It also explores the evolution of the case study format and its role in developing professional engineering competencies, systems thinking, and collaborative skills in a digital environment. It concludes that project-based learning using engineering case studies is highly effective as a tool for training specialists for high-tech industries in the context of digital transformation.

Keywords: project-based learning, engineering cases, Industry 4.0, engineering education, competencies, digitalization.

References

1. Afanasyeva, E.N. (2021). *Vvedenie v Industriyu 4.0: osnovy formirovaniya cifrovogo budushchego: monogr.* [Introduction to Industry 4.0: Fundamentals of Forming the Digital Future]. Tomsk: Publishing house of Tomsk. state University of control systems and radioelectronics. 93 p. (In Russ.).
2. Götz, M., Jankowska, B. (2020). Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. *Foresight and STI Governance*. Vol. 14, no. 4, pp. 61–78.
3. Kondratiev, V.V. (2019). [Engineering education: transformations for industry 4.0. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = Higher education in Russia. Vol. 28, No. 12, pp. 105–122. (In Russ., abstract in Eng.).
4. Rebrin, O.I., Sholina, I.I. (2016). New models of engineering education. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz* = University management: practice and analysis. No. 2(102), pp. 61–71. (In Russ.).
5. Opletina, N.V. (2022). Engineering education in the context of the new technological paradigm of social development. *Naukovedcheskie issledovaniya* = Science studies. No. 2, pp. 55–70. (In Russ.).
6. Shcheglov, D.K., Fedorov, D.A., Saibel, A.G., Saveliev, S.K., Eroshin, S.E. (2025). Project-based learning based on the engineering case method: history and development prospects. *VOENMEH. Vestnik BGTU* = VOENMEH. Bulletin of BSTU, No. 4, pp. 98–109. (In Russ., abstract in Eng.).
7. Shcheglov, D.K., Fedorov, D.A., Saibel, A.G., Eroshin, S.E., Savelyev, S.K. (2025). Analysis of the experience of implementing a project-based form of training based on the engineering case method in the training of engineering personnel for enterprises of the defense-industrial complex of Moscow and St. Petersburg. *Vestnik RAEN* = Bulletin of the RANS. Vol. 25, No. 2, pp. 198–209. (In Russ., abstract in Eng.).
8. Shcheglov, D.K., Fedorov, D.A., Saibel, A.G., Saveliev, S.K., Eroshin, S.E. (2025). The concept of project-based learning based on the engineering case method and its practical implementation. *Sovremennaya vysshaya shkola: innovacionnyj aspekt* = Modern Higher Education: Innovative Aspect. Vol. 17, No. 3, pp. 83–91.
9. Vorontsova, E.S. (2019). *Inzhenernyj kejs: ot prakticheskih zadach do innovacionnyh reshenij* [Engineering case: from practical tasks to innovative solutions: a collection of engineering cases]. Tomsk Polytechnic University. Tomsk, 269 p. (In Russ.).
10. Eroshin, S.E., Saveliev, S.K., Saibel, A.G., Fedorov, D.A., Shcheglov, D.K. (2025). Problematic issues and ways to improve the training of engineering personnel for industrial enterprises. *Radionavigaciya i vremya* = Radio navigation and time. No. 18(26), pp.106–116. (In Russ., abstract in Eng.).
11. Kiryushina, N.A. (2024). Modern engineering education: problems and prospects. *Innovacionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya* = Innovative development of professional education. No. 3(43), pp. 70–77. (In Russ., abstract in Eng.).
12. Arestova, A.Yu., Vorontsova, E.S., Khalyasmaa, A.I. (2021). *Metod inzhenernyh kejsov: Teoriya i praktika: uchebnoe posobie* [Engineering case method: Theory and practice: tutorial]. Novosibirsk: NSTU Publishing House, 147 p. (In Russ.).
13. Eroshin, S.E. et al. (2025). *Didakticheskie materialy inzhenernyh kejsov: uchebno-metodicheskoe posobie* [Didactic materials for engineering cases: a teaching aid]. ANO DPO NOC VKO «Almaz-Antey». Moscow. Publishing house of Bauman Moscow State Technical University, 312 p. (In Russ.).
14. Pokholkov, Yu.P., Zaitseva, K.K., Isaeva, E.V., Muravlev, I.O. (2023). Artificial Intelligence: Towards a New Paradigm of Engineering Education? *Inzhenernoe obrazovanie* = Engineering Education. No. 34, pp. 180–189. (In Russ., abstract in Eng.).
15. Danilaev, D.P., Malivanov, N.N. (2020). Technological education and engineering pedagogy. *Obrazovanie i nauka* = Education and Science. No 22(3), pp. 55–82. (In Russ., abstract in Eng.).

Стратегия развития инновационных маникюрных услуг на основе персонализации клиентского сервиса в бьюти-индустрии

Зайченко Анна Сергеевна
Независимый исследователь, annazaycheg@yandex.ru

Цель исследования – обоснование стратегии развития инновационных маникюрных услуг на основе персонализации клиентского сервиса в бьюти-индустрии. Материалы исследования включают в себя научные труды по бьюти-индустрии, качеству услуг, клиентскому опыту, доверию клиента, персонализации сервисного предложения и цифровому сопровождению сервисов бьюти-индустрии. В статье использованы методы описания, анализа и синтеза, систематизации, теоретического обобщения, табличный и графический методы. Результат исследования: разработана стратегия развития инновационных маникюрных услуг, включающая факторы обновления услуги, систему исходных параметров, показатели управленческой оценки, модель персонализированного сервисного предложения и критерии выбора инновационных решений. Выводы: а) инновационная маникюрная услуга может рассматриваться как развиваемый с точки зрения менеджмента сервисный продукт; б) персонализация клиентского сервиса повышает ценность процедуры, доверие клиента и вероятность повторного обращения; в) предложенная стратегия позволяет согласовать обновление техники выполнения, варианты покрытия, салонный дизайн, безопасность процедуры и сервисное сопровождение клиента.

Ключевые слова: маникюрные услуги, бьюти-индустрия, персонализация сервиса, стратегия развития, инновации, качество услуги; салонный дизайн; доверие клиента; повторное обращение, стратегия.

Введение

По данным McKinsey & Company, глобальный рынок красоты в 2023 г. достиг 446 млрд долл. США, увеличившись на 10 % относительно 2022 г., что подтверждает рост экономического значения бьюти-индустрии и усиление конкуренции за клиента в сервисных сегментах рынка [1]. Вследствие роста клиентских ожиданий маникюрная услуга всё чаще оценивается как сервисный продукт, в котором важны профессиональная техника, качество покрытия, эстетический результат, безопасность процедуры и удобство взаимодействия с мастером [2]. В российских городах высокая представленность предприятий ногтевого сервиса в онлайн-пространстве усиливает сравнение предложений по портфолио, отзывам, цене и составу процедуры, что повышает значение управленческого развития услуги [3]. Развитие инновационных маникюрных услуг связано с обновлением техники выполнения, расширением вариантов покрытия, применением салонного дизайна, цифровой презентацией результата и персональным подбором процедуры. В бьюти-индустрии инновация ценна тогда, когда клиент заранее понимает будущий результат, видит соответствие услуги своему запросу и ощущает профессиональную безопасность процедуры [4]. Следует подчеркнуть, что технологии красоты (beauty tech), искусственный интеллект и визуальный подбор решений усиливают возможности предварительного согласования дизайна, однако управленческое значение таких решений раскрывается только при соединении цифровых инструментов с качеством клиентского сервиса [5].

Актуальность развития инновационных маникюрных услуг на основе персонализации клиентского сервиса определяется потребностью мастеров и салонов в стратегии, которая соединяет обновление услуги с доверием клиента и повторным обращением. Персонализация позволяет соотнести индивидуальный запрос, состояние ногтевой пластины, предпочтения по покрытию, стиль дизайна и комфорт общения с мастером [6]. В практическом менеджменте бьюти-индустрии такая стратегия представляется важной в силу её значимости как способа повышения ценности услуги, развития клиентской лояльности и укрепления конкурентоспособности мастера на рынке маникюрных услуг [7].

Результаты и обсуждение

Теоретические основания развития инновационных маникюрных услуг в системе клиентского сервиса связаны с пониманием маникюрной услуги как сервисного продукта, в котором профессиональная техника, эстетический результат и безопасность процедуры образуют единую ценность для клиента. В бьюти-индустрии качество услуги воспринимается клиентом как совокупность результата, общения, времени обслуживания, удобства записи и уверенности в мастере [2]. Следует отметить, что инновационность маникюрной услуги в данном случае заключается в улучшении управленческой организации сервиса. В системе клиентского сервиса инновационная маникюрная услуга развивается на пересечении технологии выполнения и индивидуального восприятия клиента. Так, «современный потребитель требует как комфорта, так и высокой степени персонализации, эмпатии, оперативной реакции на запросы» [8, с. 255]. В практике маникюрных услуг данная позиция означает необходимость заранее согласовывать форму, покрытие, дизайн ногтей, длительность процедуры и рекомендации по уходу, поскольку клиент оценивает услугу как опыт взаимодействия с мастером. Профессиональная техника выполнения процедуры выступает управленческим условием стабильного качества инновационной маникюрной услуги. В сервисной деятельности ценность создаётся тогда, когда мастер рационально распределяет время, материалы и этапы обслуживания, снижает вероятность ошибок и поддерживает предсказуемость результата [9]. Вследствие этого обновление техники выполнения должно соотноситься с безопасностью процедуры, состоянием ногтевой пластины и допустимой сложностью дизайна.

Эстетический результат в инновационной маникюрной услуге связан с развитием салонного дизайна, цветового решения, декоративных элементов и цифровой визуализации будущего покрытия. В частности, искусственный интеллект в разработке дизайна ногтей позволяет быстрее подбирать варианты оформления, учитывать визуальные предпочтения клиента и расширять пространство предварительного выбора [10]. Цифровые каналы продвижения, визуальный контент и реакции аудито-

рии в социальных сетях усиливают управленческое значение эстетического результата, поскольку клиент видит примеры работ до записи и сравнивает предложения мастеров [11].

Доверие клиента формируется не только качеством покрытия, но и согласованностью ожиданий, процедуры и сервисного общения. В частности, «работы Норта, Асемоглу и Робинсона формируют теоретический фундамент, согласно которому экстрактивные институты препятствуют инновациям и долгосрочному развитию» [12, с. 214]. Для бьюти-индустрии данный тезис можно применить в управленческом смысле – развитие инновационных маникюрных услуг возможно при наличии профессиональных стандартов, обучения мастеров, прозрачной коммуникации с клиентом и поддержки инициативы в обновлении сервисного предложения. Таким образом, теоретическое основание развития инновационных маникюрных услуг заключается в согласовании трёх уровней клиентского сервиса:

– первый уровень связан с профессиональной техникой, безопасностью процедуры и качеством результата;

– второй уровень относится к эстетической выразительности, персональному подбору покрытия и салонному дизайну;

– третий уровень охватывает доверие клиента, цифровое сопровождение, обратную связь и повторное обращение, что позволяет рассматривать инновационную маникюрную услугу как объект стратегического управления в бьюти-индустрии [4].

Однако при этом нельзя не иметь в виду, что на инновационное развитие маникюрных услуг влияет множество факторов (табл. 1).

Таблица 1

Факторы инновационного развития маникюрных услуг

Фактор	Содержание фактора
Обновление техники выполнения	Комбинированная обработка, аппаратные элементы, безопасность процедуры, стабильность результата
Расширение вариантов покрытия	Гель-лак, финишные эффекты, укрепление ногтевой пластины, стойкость покрытия
Развитие салонного дизайна	Цветовое решение, декоративные элементы, сезонные варианты, визуальная выразительность
Персональный подбор услуги	Запрос клиента, состояние ногтевой пластины, стиль дизайна, комфорт процедуры
Сервисное сопровождение клиента	Предварительное согласование, понятные рекомендации, обратная связь, повторное обращение
Цифровая презентация услуги	Портфолио работ, онлайн-запись, отзывы, визуальные примеры результата
Управленческая оценка качества	Удовлетворённость клиента, доверие к мастеру, длительность обслуживания, рыночная ценность

Источник: авторская разработка на основе [2-6], [13-17].

Особенно следует отметить значимость персонализации клиентского сервиса в развитии инновационной маникюрной услуги, которая связана с тем, что мастер заранее соотносит индивидуальный запрос клиента, состояние ногтевой пластины, предпочтения по покрытию, стиль дизайна и комфорт взаимодействия. Важно подчеркнуть, что клиент оценивает инновацию по степени понятности будущего результата, удобству выбора и доверию к профессиональному решению мастера [4]. В частности, в ногтевом сервисе востребованность покрытия гель-лаком, аппаратной техники, цветовой палитры и декоративных решений подтверждает значимость персонального подбора процедуры [18]. Персонализация в данном случае становится управленческим способом развития услуги потому, что помогает мастеру соединить профессиональную безопасность, эстетический результат и повторное обращение клиента.

Однако на практике зачастую имеет место быть методическая проблема согласования инновации в маникюрной услуге и ожиданий клиента, возникающая в ситуации, когда новое сервисное предложение нуждается в понятном объяснении, профессиональном ограничении и проверке качества результата. Новизна покрытия, дизайна, цифровой визуализации или способа обслуживания имеет ценность только при сохранении безопасности процедуры и стабильности качества выполнения [5], [19]. Клиент выбирает услугу с учётом качества, цены, репутации, личных рекомендаций и удобства, вследствие чего инновационное решение должно быть заранее связано с ожидаемым результатом и комфортом обслуживания [20]. Методическая задача мастера заключается в том, чтобы обновление услуги выглядело для клиента понятным профессиональным выбором. В связи с этим целесообразной представляется необходимость развития системы исходных параметров стратегии развития инновационных маникюрных услуг.

Данная система включает в себя структуру услуги, сложность процедуры, длительность обслуживания, материалы, дизайн, рекомендации по уходу и частоту повторного обращения (табл. 2).

Таблица 2

Показатели управленческой оценки инновационной маникюрной услуги

Исходный параметр	Содержание оценки	Управленческое значение
Структура услуги	Состав процедуры, этапы, сервисное сопровождение	Понятность предложения
Вид процедуры	Маникюр, покрытие, дизайн, уходовый элемент	Управление ассортиментом
Сложность процедуры	Техника, покрытие, дизайн, декоративные элементы	Обоснование времени и цены
Длительность обслуживания	Время процедуры, сложность дизайна, плотность записи	Рациональная загрузка мастера
Материалы	База, гель-лак, финиш, уходовые средства	Стойкость результата
Техника выполнения	Обработка, подготовка, нанесение покрытия	Стабильность качества
Дизайн	Цвет, форма, салонное решение, визуальный стиль	Эстетическая ценность
Персональный запрос	Предпочтения клиента, образ жизни, стиль	Индивидуальность услуги
Комфорт сервиса	Запись, общение, пояснение этапов, рекомендации	Удовлетворённость клиента
Безопасность процедуры	Состояние ногтевой пластины, кутикулы, кожи	Доверие к мастеру
Цифровая презентация	Портфолио, отзывы, визуальные примеры	Предварительный выбор клиента
Повторное обращение	Частота записи, доверие, рекомендации клиента	Рыночная ценность услуги

Источник: авторская разработка на основе [2], [4-6], [9], [11], [18-20].

Структура услуги определяет состав профессиональных действий мастера, сложность процедуры влияет на время обслуживания и цену, материалы связаны со стойкостью покрытия и комфортом клиента [2]. Предпочтения клиентов по виду маникюра, покрытию, цвету, украшениям и месту оказания услуги показывают, что инновационное развитие должно начинаться с анализа реального потребительского выбора, а затем оформляться в управленческие решения по ассортименту, сервису и коммуникации [19]. В стратегии развития инновационных маникюрных услуг исходные параметры целесообразно рассматривать как систему управленческой оценки. Мастер или студия сопоставляют качество результата, удовлетворённость клиента, повторяемость процедуры, эстетическую ценность, удобство сервиса и доверие к мастеру. Цифровая презентация услуги, отзывы, визуальный контент и онлайн-коммуникация усиливают роль предварительного выбора клиента и помогают развивать сервисное предложение с учётом реакции аудитории [11]. В этом смысле инновационная маникюрная услуга развивается за счёт согласования профессиональной техники, персонального подбора, сервисного сопровождения и оценки повторного обращения.

В теоретической модели инновационная маникюрная услуга может рассматриваться как персонализированное сервисное предложение, в котором мастер заранее согласует обновление процедуры с запросом клиента, состоянием ногтевой пластины и ожидаемым визуальным результатом.

Начальный блок связан с профессиональной диагностикой: мастер уточняет цель обращения, желаемую форму, предпочтения по покрытию, допустимую сложность дизайна, чувствительность клиента и прежний опыт обращения к услугам ногтевого сервиса, что позволяет связать инновацию с конкретной потребностью клиента, что, в свою очередь, важно для качества услуги и доверия к мастеру [2].

Выбор техники выполнения и подбор покрытия образуют технологический блок модели. В нём мастер соотносит вид процедуры, состояние ногтевой пластины, материалы, длительность обслуживания и уровень безопасности. Персонализация в этом блоке выражается в том, что клиенту предлагается не усреднённая процедура, а профессионально обоснованный вариант услуги с понятным результатом, ценой и сроком носки покрытия [4]. Значение данного блока усиливается в условиях, когда потребители заранее сравнивают мастеров по качеству, цене, репутации, отзывам и удобству записи [20].

Согласование дизайна относится к эстетическому блоку модели. Мастер подбирает цветовое решение, декоративные элементы, салонный дизайн и вариант визуального завершения процедуры с учётом стиля клиента и назначения результата. Цифровые инструменты, искусственный интеллект и визуальные примеры работ могут использоваться для предварительного выбора дизайна, уменьшения неопределённости клиента и повышения точности сервисного решения [5]. В практическом аспекте это важно для развития инновационных маникюрных услуг, поскольку спрос на покрытие гель-лаком, аппаратную технику, цветовую палитру и декоративные элементы уже связан с выраженными потребительскими предпочтениями [18].

Выполнение процедуры и оценка результата образуют завершающий управленческий блок модели. На стадии выполнения мастер обеспечивает технологическую точность, аккуратность обработки, качество покрытия и комфорт общения, затем оценивает соответствие результата запросу клиента, степень удовлетворённости, готовность к повторной записи и рекомендации в личном окружении [7].

На этом основании предлагается рассматривать стратегию развития инновационных маникюрных услуг как согласование диагностики запроса, выбора техники, подбора покрытия, дизайна, выполнения процедуры и оценки результата в едином управленческом построении. Структура модели представлена ниже (рис. 1). Смысл схемы состоит в том, что инновационная маникюрная услуга развивается вокруг доверительной связи между клиентом и мастером. Клиент приходит с ожиданием понятного результата, мастер трансформирует это ожидание в профессиональное решение с учётом состояния ногтей, сложности процедуры, материалов и визуального образа, а затем возвращает услугу клиенту уже в форме завершённого сервисного опыта. Управленческое значение модели связано с тем, что качество работы оценивается шире готового покрытия, и в него входят уверенность клиента, комфорт общения, готовность вернуться, а также возможность мастера обновлять предложение на основе реальной реакции аудитории.

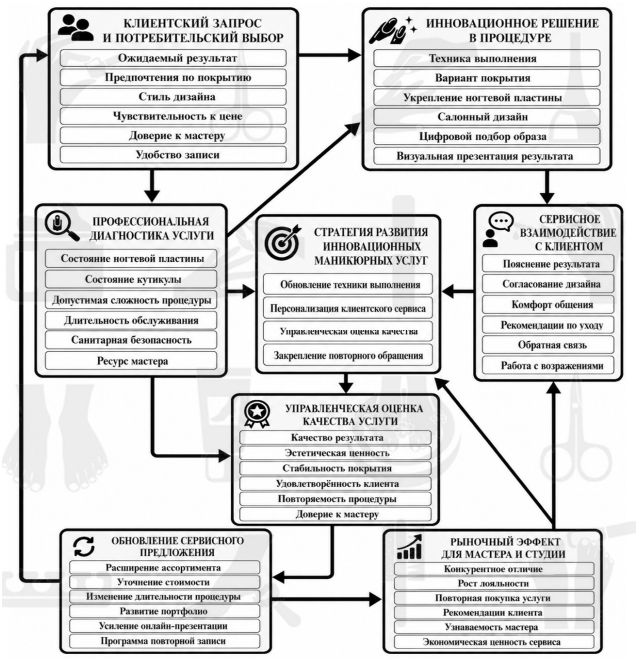


Рисунок 1 – Модель стратегии развития инновационных маникюрных услуг на основе персонализации клиентского сервиса
Источник: авторская разработка

Содержание модели нуждается в уточнении критериев, по которым мастер или студия выбирают инновационные решения для конкретной маникюрной услуги (табл. 3).

Таблица 3
Методические критерии выбора инновационных решений в маникюрной услуге

Методический критерий	Содержание	Значение
Профессиональная целесообразность	Техника, покрытие, дизайн, уход	Обоснованный выбор решения
Безопасность процедуры	Ногтевая пластина, кутикула, кожа	Снижение сервисного риска
Соответствие ожиданиям клиента	Запрос, стиль, цена, срок носки	Доверие к мастеру
Эстетическая выразительность	Цвет, форма, декор, салонный образ	Ценность результата
Ресурсная доступность	Материалы, время, оборудование	Реальность внедрения
Стабильность качества	Аккуратность, стойкость, повторяемость	Профессиональный стандарт
Цифровая поддержка	Портфолио, отзывы, визуальный подбор	Удобство выбора
Сервисное сопровождение	Пояснение этапов, уход, обратная связь	Повторное обращение
Экономическая оправданность	Цена, загрузка, средний чек	Рыночная отдача
Развитие ассортимента	Новые покрытия, дизайны, форматы	Конкурентное отличие
Клиентская удовлетворённость	Оценка результата, эмоции, рекомендации	Лояльность клиента
Возможность масштабирования	Повторяемая технология, обучение, описание	Рост практики мастера

Источник: авторская разработка

Методические критерии выбора инновационных решений целесообразно рассматривать вместе с ресурсно-инвестиционной оценкой, поскольку мастер или студия заранее определяют, какие вложения нужны для развития маникюрной услуги (табл. 4).

Таблица 4
Основные направления инвестиций в развитие инновационных маникюрных услуг

Направление	Содержание вложений	Деловой результат
Профессиональная техника	Обучение, отработка процедуры, повышение точности	Стабильное качество услуги
Материальная база	Покрытия, базы, финиши, уходовые средства	Стойкость результата
Салонный дизайн	Палитра, декор, визуальные решения	Эстетическая ценность услуги
Цифровая презентация	Портфолио, отзывы, онлайн-запись	Рост доверия до обращения
Клиентский сервис	Общение, рекомендации, сопровождение	Повторная запись
Безопасность процедуры	Инструменты, обработка, контроль состояния ногтей	Профессиональная надёжность
Развитие ассортимента	Новые форматы услуги, варианты покрытия	Конкурентное отличие
Работа с лояльностью	Напоминания, обратная связь, персональные предложения	Удержание клиента

Источник: авторская разработка

В теоретическом плане под персонализацией клиентского сервиса понимается профессиональное соотнесение запроса клиента, состояния ногтевой пластины, техники выполнения, покрытия и дизайна. Мастер повышает ценность инновационной маникюрной услуги, когда заранее объясняет ожидаемый внешний вид, срок носки покрытия, пределы процедуры и правила ухода. Клиент воспринимает качество шире аккуратности покрытия, с учётом общения, времени обслуживания, доступности записи и уверенности в результате [2]. В персонализированном построении услуги клиент видит инновацию как полезное улучшение процедуры, согласованное с его привычками и эстетическими предпочтениями [6].

Стоит отметить, что на рынке бьюти-услуг клиент часто выбирает специалиста по качеству, цене, отзывам, личным рекомендациям и удобству обслуживания [20]. Мастер укрепляет лояльность, если поддерживает предсказуемый результат, помнит предпочтения клиента и предлагает решение, соответствующее прежнему опыту обращения. Клиент чаще записывается повторно, если опыт общения был эмоционально положительным, мастер вызывал доверие, а результат соответствовал ожиданиям [7]. В практике ногтевого сервиса мастер уточняет покрытие, форму и дизайн под конкретного клиента, вследствие чего процедура становится более понятной, привычной и удобной для повторной записи. Кроме того, клиент доверяет мастеру сильнее, когда мастер объясняет причину выбора техники, показывает допустимый дизайн и заранее обсуждает нагрузку на ногтевую пластину. В клиентоориентированной бизнес-модели доверие рассматривается как ресурс долгосрочных отношений с клиентом [16]. Мастер поддерживает доверие согласованным результатом, аккуратной техникой, стабильным покрытием и точными рекомендациями по уходу. Клиент с большим доверием легче принимает решение о покупке услуги и повторном обращении [4].

Мастер развивает индивидуальное сервисное предложение, когда связывает профессиональную диагностику, выбор техники, подбор покрытия, дизайн, рекомендации по уходу и повторную запись. Клиент заранее сравнивает варианты маникюрной услуги по визуальным примерам работ, онлайн-отзывам и цифровой презентации [11]. Мастер использует технологии красоты (beauty tech) и цифровой подбор дизайна для уточнения цвета, формы, декоративных элементов и будущего образа покрытия [5]. Клиенты часто выбирают гель-лак, аппаратную технику, цветовую палитру и декоративные элементы, что подтверждает перспективность индивидуального сервисного предложения в развитии инновационных маникюрных услуг [18].

Таким образом, на теоретическом уровне влияние персонализации проявляется в том, что мастер вводит новое профессиональное решение в уже знакомый клиенту опыт обслуживания, благодаря чему инновационная маникюрная услуга воспринимается как понятное продолжение доверительной работы с мастером.

Теоретическое значение стратегии развития инновационных маникюрных услуг для управления клиентским сервисом связано с тем, что мастер рассматривает маникюрную услугу как продолжительное профессиональное отношение с клиентом. Обновление техники, покрытия и дизайна оценивается по тому, насколько клиенту понятен смысл процедуры и насколько спокойно он доверяет результату. Клиент воспринимает качество шире внешнего вида ногтей, с учётом общения, времени обслуживания, удобства записи и уверенности в работе специалиста [2]. Мастер управляет клиентским сервисом точнее, когда заранее понимает предел допустимого обновления услуги и профессиональную меру сложности процедуры. В этом случае качество работы связано с организацией записи, объяснением решения, выбором материалов и оценкой клиентского состояния перед началом обслуживания. Поскольку совместимость клиента и услуги важна для лояльности и эффективности сервисной компании, мастер снижает риск ошибочного выбора процедуры за счёт согласования профессионального решения с ожиданиями клиента [9].

Персонализация в стратегии развития инновационных маникюрных услуг служит языком профессионального объяснения нового решения. Клиенту важен смысл обновления, поэтому новое покрытие или дизайн воспринимаются стабильнее, когда мастер связывает выбор с привычным образом клиента и предыдущим опытом обслуживания. Клиент чаще доверяет специалисту, который заранее объясняет, каким получится результат, и сохраняет понятное качество общения [16].

Важно то, что мастер становится конкурентоспособнее в том случае, когда обновление услуги входит в узнаваемый стиль его профессиональной работы. Клиенты бьюти-услуг ориентируются на прошлый опыт обращения, рекомендации, репутацию и уверенность в результате [20]. Ключевой теоретический вывод заключается в том, что стратегия развития инновационных маникюрных услуг описывает клиентский сервис как живое профессиональное отношение, в котором новое решение ценится за понятность, качество и доверие к мастеру.

Авторский деловой вклад связан с тем, что работа мастера рассматривается как управляемая профессиональная практика, в которой новое решение входит в личный опыт клиента постепенно и понятно. В центре находится способность мастера сделать обновление процедуры предсказуемым, безопасным и ценным для повторного обращения. Инновация в маникюрной услуге имеет деловой смысл тогда, когда клиент понимает будущий результат и доверяет профессиональному выбору мастера. Практическая значимость авторской разработки состоит в возможности применять стратегию в работе мастера и небольшой студии. Перед введением нового профессионального решения мастер оценивает клиентскую ситуацию, объясняет ожидаемый результат и соотносит услугу с привычным уровнем качества. Клиент видит ясный смысл обновления, в то время как у мастера появляется профессиональное основание развивать процедуру аккуратно, осмысленно и с учётом повторной записи.

Экономический смысл авторского вклада виден в том, что клиент возвращается к мастеру благодаря понятному результату и стабильному опыту обслуживания. Мастер развивает предложение на основании реакции клиентов, уточняет состав услуги, меняет сложность процедуры и укрепляет доверие к своей работе. Для студии данный порядок важен как способ соединить качество маникюрной услуги с загрузкой мастера, ценностью сервиса и ростом клиентской лояльности.

Отраслевое значение авторской разработки связано с тем, что мастер и студия могут описывать инновационную маникюрную услугу языком управления клиентским сервисом. В центре такого описания находится профессиональный выбор мастера, состояние ногтей клиента, понятный результат и повторное обращение. Бьюти-индустрия в этом случае развивается за счёт более зрелого отношения к услуге, клиенту и качеству работы мастера.

Заключение

Проведённое исследование позволило рассмотреть развитие инновационных маникюрных услуг как управляемую работу мастера и студии с клиентским сервисом. Инновация в данном случае ценна в связи с тем, насколько понятно мастер соединяет технику выполнения, материалы, покрытие, дизайн, безопасность процедуры и ожидания клиента.

В исследовании показано, что развитие услуги начинается с факторов профессионального обновления, затем уточняется системой исходных параметров и переходит к оценке качества, доверия, удобства сервиса и повторного обращения.

Разработанная модель стратегии раскрывает маникюрную услугу как персонализированное сервисное предложение, в котором клиентский запрос, профессиональная диагностика, инновационное решение, сервисное взаимодействие и управленческая оценка качества образуют единое поле работы мастера. Методические критерии выбора инновационных решений помогают отделить полезное профессиональное обновление от случайного усложнения процедуры. Ресурсно-инвестиционная оценка показывает, что развитие инновационной услуги связано с вложениями в технику, материалы, цифровую презентацию, безопасность, клиентский сервис и лояльность.

Теоретическое значение представленного исследования состоит в том, что стратегия развития инновационных маникюрных услуг концептуально описана как часть управления клиентским сервисом в бьюти-индустрии. Персонализация помогает мастеру вводить новое решение в уже знакомый клиенту опыт обслуживания, повышает понятность результата и усиливает доверие к профессиональному выбору.

Авторский деловой вклад выражается в практическом порядке, который может применяться мастером и небольшой студией для обновления услуги, укрепления повторной записи и повышения ценности маникюрного сервиса на конкурентном рынке.

Литература

1. The beauty boom and beyond: Can the industry maintain its growth? // McKinsey & Company. – URL: https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/the-beauty-boom-and-beyond-can-the-industry-maintain-its-growth (дата обращения: 17.06.2026).
2. Bond M. C. A quantitative analysis of cosmeceuticals: business service quality and client satisfaction // Management Matters. – 2024. – Vol. 21. – No. 1. – P. 54-77
3. Кащеева Е. Е. Представленность в онлайн-пространстве предприятий ногтевого сервиса в крупных городах СФО: современное состояние // Вестник науки. – 2025. – Т. 1. – № 9 (90). – С. 7-19.
4. Traiyarach S., Sawunyavisuth B., Palusuk N. Trust as a key driver of purchase intentions in beauty services // Cogent Business & Management. – 2025. – Vol. 12. – No. 1. – P. 1-20.
5. Perret J. K., Schwientek J. Beauty Tech—Customer Experience and Loyalty of Augmented Reality- and Artificial Intelligence-Driven Cosmetics // Digital. 2025. – Vol. 5. – No. 2. – P. 1-25.
6. Головачева К. С. Индивидуальный подход к клиенту в онлайн-ретейле // Российский журнал менеджмента. – 2022. – Т. 20. – № 2. – С. 224-246.
7. Ismail I. J. I trust friends before I trust companies: The mediation of WOM and brand love on psychological contract fulfilment and repurchase intention // Management Matters. – 2022. – Vol. 19. – No. 2. – P. 167-186.
8. Устинова А. Е. Эмоциональный интеллект и AI в отельном бизнесе // Вестник науки. – 2025. – Т. 1, № 9(90). – С. 254-269. – DOI 10.24412/2712-8849-2025-990-254-269. – EDN GALGWZ.
9. Захарова И. А. Управление совместимостью с клиентами как инструмент повышения клиентской лояльности и операционной эффективности сервисных компаний // Государственное управление. Электронный вестник. – 2022. – № 93. – С. 7-21.
10. Абдул В. Э. Роль искусственного интеллекта в разработке дизайна ногтей // Вестник науки. – 2024. – Т. 1. – № 12 (81). – С. 1110-1120.
11. Singh R., Telukdarie A., Mongwe R. Digital Social Media Influencers' Impact on Beauty and Personal Care Purchases in South Africa // Platforms. – 2024. – Vol. 2. – No. 4. – P. 193-210
12. Манаширов Э. С. ИИУ как новый интегральный показатель инновационности: расширение традиционных моделей ВВП // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2025. – № 11. – С. 213-221. – EDN WQOMSL.
13. Бурцев В. А. Пользовательский опыт в цифровых продуктах как фактор повышения эффективности управления в цифровой экономике // Финансовый менеджмент. – 2025. – № 6. – С. 192-200. – EDN IWPGKU.
14. Бурцев В.А. От кода к системе: авторский подход к управлению, UX и эффективности цифровых решений. Часть первая / В.А. Бурцев. – Москва: ООО «Высшая школа образования», 2025. – 259 с. – ISBN 978-5-605-48220-8. – EDN FHXIXD.
15. Бурцев В.А. От кода к системе: авторский подход к управлению, UX и эффективности цифровых решений. Часть вторая / В.А. Бурцев. – Москва: ООО «Высшая школа образования», 2025. – 233 с. – ISBN 978-5-605-48221-5. – EDN RWMMCP.
16. Кулаговская Т. А., Шакая А. Г. Доверие клиентов – ресурс современной компании и его роль в построении клиентоориентированной бизнес-модели // Экономическая наука современной России. – 2025. – Т. 28. – № 4. – С. 89-98.
17. Власов М. В., Хабибрахманова Е. В. Повышение эффективности бизнеса в сфере бьюти-индустрии (индустрии красоты) // Вестник Академии знаний. – 2022. – № 53(6). – С. 410-415.

18. Шишменёва А. А. и др. Бьюти сервис-требования потребителей услуг // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. – 2020. – С. 399-405.

19. Гуреева Е. П. и др. Маркетинговое исследование выбора бьюти услуг потребителями // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование. – 2020. – С. 300-306.

20. Бедюх Э. С. Потребительское поведение на рынке бьюти-услуг: социологический анализ // Общество: социология, психология, педагогика. – 2025. – № 10. – С. 27-42.

A strategy for the development of innovative manicure services based on the personalization of customer service in the beauty industry

Zaichenko A.S.

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The purpose of the study is to substantiate a strategy for developing innovative manicure services based on the personalization of customer service in the beauty industry. The research materials include scholarly works on the beauty industry, service quality, customer experience, customer trust, personalization of service offerings, and digital support for beauty industry services. The article uses the methods of description, analysis and synthesis, systematization, theoretical generalization, as well as tabular and graphical methods. The result of the study is the development of a strategy for innovative manicure services, including service renewal factors, a system of initial parameters, management evaluation indicators, a model of a personalized service offering, and criteria for selecting innovative solutions. Conclusions: a) an innovative manicure service can be considered as a service product developed from a management perspective; b) personalization of customer service increases the value of the procedure, customer trust, and the likelihood of repeat visits; c) the proposed strategy makes it possible to align the renewal of performance techniques, coating options, salon design, procedure safety, and customer service support.

Keywords: manicure services, beauty industry, service personalization, development strategy, innovations, service quality, salon design, customer trust, repeat visits, strategy.

References

1. The beauty boom and beyond: Can the industry maintain its growth? // McKinsey & Company. – URL: https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/the-beauty-boom-and-beyond-can-the-industry-maintain-its-growth (accessed date: 06.17.2026).
2. Bond M. C. A quantitative analysis of cosmeceuticals: business service quality and client satisfaction // Management Matters. – 2024. – Vol. 21. – No. 1. – P. 54-77
3. Kashcheeva E. E. Representation in the online space of nail service enterprises in large cities of the Siberian Federal District: the current state // Bulletin of Science. – 2025. – Vol. 1. – No. 9 (90). – P. 7-19.
4. Traiyarach S., Sawunyavisuth B., Palusuk N. Trust as a key driver of purchase intentions in beauty services // Cogent Business & Management. – 2025. – Vol. 12. –No. 1. – P. 1-20.
5. Perret J. K., Schwientek J. Beauty Tech—Customer Experience and Loyalty of Augmented Reality- and Artificial Intelligence-Driven Cosmetics // Digital. 2025. – Vol. 5. – No. 2. – P. 1-25.
6. Golovacheva K. S. Individual approach to the client in online retail // Russian Journal of Management. – 2022. – Vol. 20. – No. 2. – P. 224-246.
7. Ismail I. J. I trust friends before I trust companies: The mediation of WOM and brand love on psychological contract fulfillment and repurchase intention // Management Matters. – 2022. – Vol. 19. – No. 2. – P. 167-186.
8. Ustinova A. E. Emotional intelligence and AI in the hotel business // Bulletin of Science. – 2025. – Vol. 1, No. 9(90). – P. 254-269. – DOI 10.24412/2712-8849-2025-990-254-269. – EDN GALGWZ.
9. Zakharova I. A. Customer compatibility management as a tool to increase customer loyalty and operational efficiency of service companies // Public Administration. Electronic bulletin. – 2022. – No. 93. – P. 7-21.
10. Abdul V. E. The role of artificial intelligence in the development of nail design // Bulletin of Science. – 2024. – Vol. 1. – No. 12 (81). – P. 1110-1120.
11. Singh R., Telukdarie A., Mongwe R. Digital Social Media Influencers' Impact on Beauty and Personal Care Purchases in South Africa // Platforms. – 2024. – Vol. 2. – No. 4. – P. 193-210
12. Manashirov E. S. IIU as a new integral indicator of innovation: expansion of traditional GDP models // Forging and stamping production. Pressure treatment of materials. – 2025. – No. 11. – P. 213-221. – EDN WQOMSL.
13. Burtsev V. A. User experience in digital products as a factor in improving management efficiency in the digital economy // Financial management. – 2025. – No. 6. – P. 192-200. – EDN IWPGKU.
14. Burtsev V.A. From code to system: the author's approach to management, UX and efficiency of digital solutions. Part one / V.A. Burtsev. – Moscow: Higher School of Education, LLC, 2025. – 259. – ISBN 978-5-605-48220-8. – EDN FHXIXD.
15. Burtsev V.A. From code to system: the author's approach to management, UX and efficiency of digital solutions. Part two / V.A. Burtsev. – Moscow: Higher School of Education LLC, 2025. – 233. – ISBN 978-5-605-48221-5. – EDN RWMMCP.
16. Kulagovskaya T. A., Shakaya A. G. Customer trust is a resource of a modern company and its role in building a customer–oriented business model // The economic science of modern Russia. – 2025. – Vol. 28. – No. 4. – P. 89-98.
17. Vlasov M. V., Khabibrakhmanova E. V. Improving business efficiency in the beauty industry (beauty industry) // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2022. – No. 53(6). – P. 410-415.
18. Shishmeneva A. A. et al. Beauty service-requirements of consumers of services // Product quality: control, management, improvement, planning. – 2020. – P. 399-405.
19. Gureeva E. P. and others. Marketing research of the choice of beauty services by consumers // Product quality: control, management, improvement, planning. – 2020. – P. 300-306.
20. Bedyukh E. S. Consumer behavior in the beauty services market: a sociological analysis // Society: sociology, psychology, pedagogy. – 2025. – No. 10. – P. 27-42.

Экономическая безопасность личности и территорий: ключевые стратегические направления развития

Истаков Владислав Валерьевич
аспирант, факультет экономики и управления, кафедра экономической теории и регионального развития, Челябинский государственный университет, vistakov@list.ru

Предмет статьи – экономическая безопасность личности и территорий как взаимосвязанные уровни социально-экономической устойчивости. Актуальность исследования определяется ростом зависимости благосостояния граждан от состояния региональной экономики, качества занятости, продовольственной обеспеченности, цифровой инфраструктуры и стратегического управления территориальным развитием. Научная новизна состоит в аналитическом соединении личностного и территориального уровней экономической безопасности через систему направлений, ориентированных на качество жизни, воспроизводство человеческого потенциала, снижение региональных диспропорций, цифровую защищенность и устойчивость локальных рынков. Цель статьи – определить основные стратегические направления развития экономической безопасности личности и территорий. Применены анализ научных публикаций, сравнительный анализ, обобщение, классификация и синтез. Источниковую базу составили русскоязычные научные работы 2021–2023 гг., посвященные безопасности личности, регионов, муниципальных образований, цифровой экономики и продовольственной устойчивости. Аналитическая часть раскрывает взаимосвязь индивидуальных рисков и территориальных условий развития. Практическая полезность результатов связана с уточнением ориентиров региональной политики и стратегического планирования.

Ключевые слова: экономическая безопасность личности, экономическая безопасность региона, территориальное развитие, качество жизни, стратегическое планирование, продовольственная безопасность, цифровая экономика, муниципальное образование, устойчивое развитие, человеческий потенциал.

Введение

Экономическая безопасность личности и территорий приобретает особое значение при усилении социально-экономической неоднородности регионов, изменении структуры занятости, росте значимости цифровых сервисов, продовольственной устойчивости и способности локальных экономик поддерживать приемлемый уровень жизни населения. Личность сталкивается с рисками снижения доходов, нестабильности труда, ограниченного доступа к социальным благам, финансовой неустойчивости и слабой защищенности экономических прав. Территория, в свою очередь, испытывает давление бюджетных, инфраструктурных, демографических, производственных и управленческих ограничений. Раздельное рассмотрение указанных уровней сужает исследовательскую оптику, поскольку качество жизни граждан зависит от состояния региональной среды, а устойчивость территории опирается на человеческий потенциал, структуру занятости и экономическое поведение населения.

Цель исследования – определить основные стратегические направления развития экономической безопасности личности и территорий на основе анализа современных русскоязычных научных публикаций.

Для достижения указанной цели поставлены три задачи:

1) уточнить содержание взаимосвязи экономической безопасности личности и территорий;

2) систематизировать стратегические направления ее развития на личностном, региональном и муниципальном уровнях;

3) определить исследовательские ограничения и условия применения предложенной аналитической схемы в стратегическом планировании.

Научная новизна состоит в обосновании единой аналитической рамки, в которой экономическая безопасность личности раскрывается через доступ к доходу, занятости, социальным гарантиям, продовольствию, цифровым возможностям и защищенности экономических прав, а экономическая безопасность территории – через устойчивость региональной экономики, инновационное развитие, муниципальное стратегирование, продовольственную обеспеченность, цифровую инфраструктуру и согласование целей развития с полномочиями органов управления.

Материалы и методы

Материалами исследования послужили современные русскоязычные научные публикации, раскрывающие личностный, региональный и муниципальный уровни экономической безопасности. В.В. Беляев, А.Л. Беседин и Т.Н. Егорушкина [1] рассматривают экономическую безопасность регионов через формирование территорий устойчивого инновационного развития. А.Г. Бреусова и К.К. Логинов [2] анализируют стратегические направления развития экономической безопасности региона на примере Омской области. Я.А. Долганова [3] исследует продовольственную безопасность как фактор укрепления региональной экономической устойчивости. А.Д. Котенев, А.У. Альбеков и Т.В. Пархоменко [4] раскрывают теоретико-методический подход к экономической безопасности региона и подчеркивают значение внутренних и внешних факторов. Ю.Н. Лапыгин и К.С. Караман [5] предлагают рассматривать стратегию экономической безопасности муниципального образования с позиций ESG-принципов. Ю.Н. Лапыгин и Р.К. Талов [6] обосновывают целевую ориентацию стратегии экономической безопасности региона через соотнесение целей и показателей. М.С. Оборин [7] анализирует экономическую безопасность личности в системе управления экономикой и выделяет связь личной защищенности с государственной социально-экономической политикой. Е.В. Романюк, И.В. Байракова, Е.В. Трусевич и Г.П. Назаренко [8] предлагают подход к оценке экономической безопасности личности через показатели качества жизни, угрозы и интегральную оценку. В.А. Тропникова [9] раскрывает связь экономической безопасности личности с экономической культурой, уровнями безопасности и индивидуальными стратегиями поведения. И.В. Якушин [10] исследует безопасность региона в условиях экосистемы цифровой экономики и предлагает индикаторы для оценки цифровой составляющей территориальной безопасности.

Методическую основу составили анализ научных публикаций, сравнительный анализ, обобщение, классификация, логико-аналитический анализ и синтез. Анализ публикаций позволил выделить содержательные линии исследования, сравнительный анализ – сопоставить личностный, региональный и муниципальный уровни, классификация – распределить

направления развития по сферам приложения, синтез – сформировать единую систему стратегических ориентиров.

Результаты

Экономическая безопасность личности и территорий образует связанную систему, где индивидуальная защищенность зависит от характеристик региональной среды, а устойчивость территории получает практическое выражение через занятость, доходы, доступность базовых благ и воспроизводство человеческого потенциала. В исследованиях региональной безопасности заметен переход от узкого понимания защиты от угроз к более содержательной модели, связанной с инновационным развитием, инфраструктурой, конкурентоспособностью, ресурсной базой и управленческими решениями. В.В. Беляев, А.Л. Беседин и Т.Н. Егорушкина рассматривают инновационную составляющую как основу современного социально-экономического развития регионов, поскольку проекты территорий устойчивого инновационного развития соединяют производственные, технологические, управленческие и инфраструктурные ресурсы [1]. Для темы статьи указанный подход задает первое стратегическое направление: развитие территориальной экономики через инновационные зоны роста, модернизацию предприятий, поддержку технологических решений и создание условий для устойчивого занятостного спроса.

Региональная экономическая безопасность не сводится к набору антикризисных мер. А.Г. Бреусова и К.К. Логинов показывают, что стратегическое развитие региональной безопасности требует учета конкретной территории, ее отраслевой структуры, ресурсной базы, бюджетных возможностей и социального состояния населения [2]. При таком подходе стратегические направления получают прикладной характер: укрепление доходной базы региона, расширение производственной самостоятельности, развитие инфраструктуры, снижение зависимости от ограниченного круга отраслей, повышение устойчивости рынка труда. Для личности указанные меры имеют прямое значение, поскольку территориальная экономика задает границы трудовой мобильности, доступности дохода, профессионального роста и социальной защищенности.

Продовольственная безопасность занимает самостоятельное место в системе территориальной устойчивости. Я.А. Долганова связывает оценку экономической безопасности региона с показателями продовольственной обеспеченности и предлагает группировку показателей, переносящую национальный уровень анализа на региональный [3]. Из указанной логики следует второе стратегическое направление – укрепление доступности продовольствия, поддержка региональных производителей, развитие логистики, снижение зависимости от нестабильных поставок и учет различий между аграрными, промышленными и слаборазвитыми территориями. Для личности продовольственная устойчивость выражается в доступе к качественным товарам повседневного спроса, предсказуемости расходов и снижении риска резкого ухудшения жизненного уровня.

Теоретико-методический подход к экономической безопасности региона задает основание для согласования различных направлений развития. А.Д. Котенев, А.У. Альбеков и Т.В. Пархоменко связывают региональную безопасность с социально-экономической стабильностью, внешними и внутренними факторами, культурно-историческими особенностями территории, конкурентоспособностью производимых товаров и государственным регулированием [4]. Такой подход позволяет выделить третье стратегическое направление – дифференцированное управление территориальными рисками. Для сильных индустриальных регионов приоритет смещается к технологической модернизации и снижению износа фондов; для периферийных территорий – к поддержке занятости, инфраструктуры, малого предпринимательства и базовой доступности услуг; для приграничных и ресурсных регионов – к устойчивости логистических связей, диверсификации экономики и адаптации к внешним ограничениям.

Муниципальный уровень дополняет региональный, поскольку значительная часть повседневных условий безопасности личности формируется в пределах города, района или поселения. Ю.Н. Лапыгин и К.С. Караман рассматривают стратегию экономической безопасности муниципального образования с позиций ESG-принципов, распределяя решения по экологическому, социальному и управленческому направлениям [5]. Для исследуемой темы такой подход ценен тем, что переводит экономическую безопасность из абстрактной категории в плоскость муниципальных решений: качество городской среды, доступность социальных объектов, устойчивость коммунальной инфраструктуры, вовлеченность местного бизнеса, прозрачность управления, учет экологических ограничений. Личность в этой системе выступает адресатом конкретных условий проживания, труда, потребления и социальной поддержки.

Стратегическое планирование требует согласования целей, показателей и полномочий органов управления. Ю.Н. Лапыгин и Р.К. Талов предлагают определять целевую ориентацию экономической безопасности региона через соотнесение национальных ориентиров с региональными задачами и возможностями их измерения [6]. Указанное положение формирует четвертое стратегическое направление – построение иерархии целей, где каждый показатель связан с ожидаемым результатом и управленческим действием. Применительно к личности такая схема ограничивает декларативность политики: доходы, занятость, доступность жилья, качество услуг, цифровая доступность и безопасность потребительской среды требуют измеримых индикаторов, а не общих формулировок.

Экономическая безопасность личности раскрывается через способность человека поддерживать жизнедеятельность, пользоваться социально-экономическими правами, получать доход, сохранять занятость и адаптироваться к угрозам. М.С. Оборин связывает ее с системой управления экономикой, государственной социальной и экономической политикой, правами и свободами личности, мерами защиты от угроз неравенства, безработицы и снижения доходов [7]. Отсюда вытекает пятое стратегическое направление – формирование условий личной экономической устойчивости. В него входят поддержка занятости, развитие профессиональных компетенций, обеспечение прав потребителя, защита трудовых прав, доступ к социальным гарантиям, финансовая устойчивость домашних хозяйств и развитие механизмов адаптации к изменению рынка труда.

Оценочный подход к безопасности личности дает возможность перевести личностный уровень в измеряемую плоскость. Е.В. Романюк, И.В. Байракова, Е.В. Трусевич и Г.П. Назаренко связывают экономическую безопасность личности с социально-экономическими интересами человека, внутренними и внешними факторами, классификацией угроз, интегральным показателем, уровнем и качеством жизни [8]. Для статьи принципиально значение имеет не сама расчетная процедура, а аналитический вывод: личностная безопасность требует системы показателей, охватывающих доходы, жилье, продовольствие, финансовую устойчивость, социальную защиту, информационную среду и воспроизводство населения. Такой набор позволяет соединить индивидуальные риски с территориальными условиями, поскольку большинство указанных параметров зависит от региональной политики, рынка труда, бюджетной устойчивости и инфраструктурного состояния.

В.А. Тропникова усиливает личностную линию через категорию экономической культуры, уровни безопасности и индивидуальные стратегии поведения [9]. Экономическая безопасность личности в таком ракурсе зависит не только от внешних условий, но и от способности человека понимать экономические риски, принимать решения о занятости, кредитах, сбережениях, образовании и профессиональной траектории. На этом основании шестое стратегическое направление связано с повышением экономической грамотности и развитием ответственного экономического поведения. Для территорий указанное направление имеет практическую ценность: население с более высоким уровнем экономической культуры рациональнее реагирует на изменения рынка, активнее использует образовательные и предпринимательские возможности, реже попадает в долговую и потребительскую уязвимость.

Цифровая среда меняет содержание региональной безопасности. И.В. Якушин рассматривает экономическую безопасность региона в условиях экосистемы цифровой экономики и предлагает систему индикаторов для оценки цифровой составляющей территориальной безопасности [10]. В рамках рассматриваемой темы цифровое направление связано с доступом населения к государственным и финансовым сервисам, защищенностью данных, цифровой инфраструктурой, устойчивостью информационных систем, возможностью дистанционной занятости и образовательных траекторий. Для личности цифровизация снижает часть транзакционных затрат, но при слабой инфраструктуре или недостаточной защищенности данных усиливает уязвимость. Для территорий цифровое развитие задает условия для управления, мониторинга рисков, поддержки бизнеса и повышения качества публичных услуг.

Сопоставление источников показывает, что стратегические направления развития экономической безопасности личности и территорий целесообразно группировать по семи блокам. Первый блок связан с инновационно-производственным развитием территории, второй – с продовольственной и инфраструктурной устойчивостью, третий – с дифференцированным управлением региональными рисками, четвертый – с муниципальным стратегированием и ESG-ориентированными решениями, пятый – с измеримой системой целей и показателей, шестой – с личной экономической устойчивостью и экономической культурой, седьмой – с цифровой защищенностью региональной среды. Каждый блок имеет са-

мостоятельное значение, но практический эффект возникает при их согласовании: инновационное развитие без учета занятости не укрепляет безопасность личности; социальные меры без производственной базы теряют финансовую устойчивость; цифровизация без защищенности данных и инфраструктурной доступности усиливает разрыв между территориями.

Связь личности и территории проявляется через цепочку «территориальные условия – занятость – доход – доступ к благам – экономическое поведение – качество жизни». Если региональная экономика имеет узкую отраслевую базу, слабую логистику, недостаточную цифровую инфраструктуру и ограниченные муниципальные ресурсы, личная безопасность населения снижается даже при наличии общенациональных гарантий. Если население испытывает дефицит доходов, занятости, экономической грамотности и доверия к институтам, территория теряет человеческий потенциал, налоговую базу и способность к развитию. Следовательно, стратегическое планирование безопасности требует перехода от разрозненных мер к связанной модели, где региональные проекты проверяются по их влиянию на личную защищенность, а меры поддержки граждан оцениваются с учетом состояния территориальной экономики.

Обсуждение

Полученные положения показывают, что экономическая безопасность личности и территорий нельзя рассматривать как две параллельные линии исследования. Личностный уровень задает социальный смысл территориальной политики, а региональный и муниципальный уровни формируют материальные, инфраструктурные и институциональные условия индивидуальной защищенности. Наиболее продуктивной выглядит рамка, в которой безопасность личности служит критерием качества территориального развития, а безопасность территории – ресурсной основой занятости, доходов, социальных гарантий и доступности базовых благ.

В научных подходах заметно различие исследовательских акцентов. Работы по региональной безопасности чаще сосредоточены на устойчивости экономики, инновациях, конкурентоспособности, ресурсном потенциале, угрозах и управленческих инструментах. Публикации о безопасности личности смещают внимание к доходам, социальным правам, качеству жизни, продовольственной обеспеченности, финансовой устойчивости и экономической культуре. Различие не противоречит общей логике исследования, но указывает на методическую проблему: территориальные стратегии часто описывают развитие экономики, тогда как личностная безопасность требует оценки последствий этих решений для конкретных групп населения.

Региональная стратегия теряет управленческую точность, если цели сформулированы без связи с показателями, полномочиями и ожидаемыми результатами. Одновременно оценка безопасности личности остается неполной, если ограничивается доходами и занятостью. В нее следует вводить параметры жилья, продовольственной доступности, цифровой включенности, социальной защиты, финансовой устойчивости, потребительской защищенности и способности человека адаптироваться к изменениям рынка труда. Такая детализация снижает риск декларативного подхода, при котором экономическая безопасность фиксируется как общая цель без операционального содержания.

Между инновационным и социальным направлениями возникает исследовательское напряжение. Инновационное развитие территорий способно укреплять производственную базу, расширять рынок труда и формировать новые источники роста. При этом выгоды от инновационных проектов распределяются неравномерно, если не сопровождаются подготовкой кадров, доступом населения к образованию, поддержкой малого бизнеса и развитием инфраструктуры. Следовательно, инновационная стратегия территории нуждается в социальной привязке: экономический рост получает значение для безопасности личности лишь при преобразовании в занятость, доход, квалификационный рост и доступность услуг.

Продовольственная безопасность занимает промежуточное положение между личностным и территориальным уровнями. Для региона она связана с производством, логистикой, отраслевой структурой и устойчивостью рынка. Для личности – с доступностью товаров, потребительскими расходами и качеством жизни. Ограничение такого подхода состоит в том, что продовольственные показатели чувствительны к природным, рыночным и инфраструктурным условиям, различающимся между субъектами Российской Федерации. Поэтому единый набор нормативных ориентиров без типологизации территорий дает неполное представление о реальной безопасности.

Муниципальный уровень требует отдельного внимания, поскольку именно он соединяет стратегические решения с повседневной средой жизни человека. Региональная политика задает общую траекторию, но состояние дорог, коммунальной инфраструктуры, социальных объектов, локального рынка труда, доступности цифровых сервисов и качества управления проявляется на уровне конкретного муниципального образования. Включение ESG-принципов в муниципальную стратегию расширяет понимание экономической безопасности: экологические, социальные и управленческие решения начинают оцениваться по их влиянию на устойчивость территории и благополучие жителей.

Цифровизация усиливает потребность в обновлении системы показателей. Цифровая инфраструктура влияет на доступ к услугам, финансовым операциям, образованию, занятости и государственным сервисам. При этом цифровая среда создает новые зоны уязвимости: неравный доступ к технологиям, слабая защита данных, зависимость от устойчивости информационных систем, разрыв между крупными городами и периферийными территориями. Поэтому цифровое направление не сводится к внедрению сервисов; оно требует оценки защищенности, доступности, управляемости и влияния на качество жизни.

Исследовательская лакуна связана с недостаточной разработанностью интегральной модели, объединяющей показатели безопасности личности и территории. В доступных публикациях встречаются отдельные методики оценки, региональные подходы, муниципальные стратегии и личностные индикаторы, но единая схема, позволяющая проследить движение от состояния территории к уровню защищенности конкретных групп населения, пока выражена фрагментарно. Наиболее перспективным направлением дальнейших исследований выступает построение матрицы, где территориальные параметры соотносятся с личностными результатами: занятостью, доходом, доступом к благам, финансовой устойчивостью, экономической культурой и цифровой включенностью.

Практическое применение предложенной аналитической схемы требует осторожности. Регионы различаются по ресурсной базе, демографии, отраслевой структуре, бюджетным возможностям, инфраструктуре, цифровой зрелости и качеству муниципального управления. Поэтому универсальный перечень направлений нуждается в адаптации к типу территории. Для промышленного региона первыми становятся технологическое обновление и рынок труда; для сельской территории – продовольственная устойчивость, логистика и социальная инфраструктура; для крупного города – цифровая среда, занятость, жилье и потребительская безопасность; для депрессивной территории – базовая занятость, инвестиционная поддержка, доступность услуг и удержание человеческого потенциала.

Заключение

Уточнена взаимосвязь экономической безопасности личности и территорий. Личностный уровень раскрывается через доходы, занятость, социальные гарантии, продовольственную доступность, экономическую культуру, цифровую включенность и защищенность прав. Территориальный уровень задает условия, в которых указанные параметры получают практическое содержание: состояние региональной экономики, инфраструктуры, муниципального управления, продовольственной системы, цифровой среды и стратегического планирования.

Систематизированы основные стратегические направления развития экономической безопасности личности и территорий. К ним отнесены инновационно-производственное развитие, продовольственная и инфраструктурная устойчивость, дифференцированное управление региональными рисками, муниципальное стратегирование с учетом ESG-ориентиров, построение измеримой системы целей и показателей, укрепление личной экономической устойчивости, развитие экономической культуры и цифровой защищенности.

Определены ограничения и условия применения предложенной схемы. Универсальные направления требуют адаптации к типу территории, ее ресурсной базе, отраслевой структуре, демографическому состоянию, цифровой зрелости и полномочиям органов управления. Перспективность предложенного подхода связана с переходом от раздельного анализа личности и территории к связанной модели, где региональные решения оцениваются по влиянию на качество жизни, занятость, доступность базовых благ и устойчивость экономического поведения населения.

Литература

1. Беляев, В. В. Экономическая безопасность регионов Российской Федерации через призму формирования территорий устойчивого инновационного развития / В. В. Беляев, А. Л. Беседин, Т. Н. Егорушкина // Siberian Journal of Economic and Business Studies. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 7–38. – DOI 10.12731/2070-7568-2023-12-2-7-38.

2. Бреусова, А. Г. Стратегические направления развития экономической безопасности региона: на примере Омской области / А. Г. Бреусова, К. К. Логинов // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2022. – Т. 20, № 2. – С. 119–130. – DOI 10.24147/1812-3988.2022.20(2).119-130.

3. Долганова, Я. А. Условия улучшения продовольственной безопасности как фактора обеспечения экономической безопасности региона / Я. А. Долганова // Экономическая безопасность. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 569–594. – DOI 10.18334/ecsec.6.2.117855.

4. Котенев, А. Д. Экономическая безопасность региона: теоретико-методический подход / А. Д. Котенев, А. У. Альбеков, Т. В. Пархоменко // Russian Journal of Management. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 1–11. – DOI 10.29039/2409-6024-2023-11-2-1-11.

5. Лапыгин, Ю. Н. Стратегия экономической безопасности муниципального образования с позиций ESG-принципов / Ю. Н. Лапыгин, К. С. Караман // Управленческое консультирование. – 2023. – № 6 (174). – С. 46–55. – DOI 10.22394/1726-1139-2023-6-46-55.

6. Лапыгин, Ю. Н. Целевая ориентация экономической безопасности региона / Ю. Н. Лапыгин, Р. К. Талов // Муниципальная академия. – 2023. – № 2. – С. 158–165. – DOI 10.52176/2304831X_2023_02_158.

7. Оборин, М. С. Экономическая безопасность личности в системе управления экономикой / М. С. Оборин // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. – 2022. – № 2. – С. 214–227. – DOI 10.15593/2224-9354/2022.3.15.

8. Романюк, Е. В. Экономическая безопасность личности и ее оценка в современной России / Е. В. Романюк, И. В. Байракова, Е. В. Трусевич, Г. П. Назаренко // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2021. – № 3. – С. 55–62. – DOI 10.18324/2224-1833-2021-3-55-62.

9. Тропникова, В. А. Экономическая безопасность личности / В. А. Тропникова // Инновационная экономика и общество. – 2021. – № 1 (31). – С. 66–72.

10. Якушин, И. В. Обеспечение экономической безопасности региона в условиях экосистемы цифровой экономики / И. В. Якушин // Державинский форум. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 216–223.

Economic Security of Individuals and Territories: Key Strategic Development Directions

Istakov V.V.
Chelyabinsk State University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the economic security of individuals and territories as interconnected levels of socioeconomic sustainability. The relevance of the study is determined by the growing dependence of citizens' well-being on the state of the regional economy, employment quality, food security, digital infrastructure, and strategic management of territorial development. The scientific novelty lies in the analytical connection of the personal and territorial levels of economic security through a system of approaches focused on quality of life, reproduction of human potential, reduction of regional disparities, digital security, and the sustainability of local markets. The aim of the article is to identify the main strategic directions for the development of economic security for individuals and territories. The article utilizes an analysis of scientific publications, comparative analysis, generalization, classification, and synthesis. The source base consists of Russian-language scientific papers published between 2021 and 2023, devoted to the security of individuals, regions, municipalities, the digital economy, and food sustainability. The analytical section reveals the relationship between individual risks and territorial development conditions. The practical usefulness of the results is associated with the clarification of regional policy guidelines and strategic planning.

Keywords: individual economic security, regional economic security, territorial development, quality of life, strategic planning, food security, digital economy, municipality, sustainable development, human potential.

References

1. Belyaev, V. V. Economic Security of the Regions of the Russian Federation through the Prism of Formation of Territories of Sustainable Innovative Development / V. V. Belyaev, A. L. Besedin, T. N. Egorushkina // Siberian Journal of Economic and Business Studies. - 2023. - Vol. 12, No. 2. - Pp. 7–38. - DOI 10.12731/2070-7568-2023-12-2-7-38.
2. Breusova, A. G. Strategic Directions for the Development of Regional Economic Security: The Case of Omsk Oblast / A. G. Breusova, K. K. Loginov // Bulletin of Omsk University. Series: Economy. - 2022. - Vol. 20, No. 2. - Pp. 119–130. – DOI 10.24147/1812-3988.2022.20(2).119-130.
3. Dolganova, Ya. A. Conditions for Improving Food Security as a Factor in Ensuring Regional Economic Security / Ya. A. Dolganova // Economic Security. – 2023. – Vol. 6, No. 2. – Pp. 569–594. – DOI 10.18334/ecsec.6.2.117855.
4. Kotenev, A. D. Regional Economic Security: A Theoretical and Methodological Approach / A. D. Kotenev, A. U. Albekov, T. V. Parkhomenko // Russian Journal of Management. – 2023. – Vol. 11, No. 2. – Pp. 1–11. – DOI 10.29039/2409-6024-2023-11-2-1-11.
5. Lapygin, Yu. N. Economic Security Strategy of a Municipality from the Standpoint of ESG Principles / Yu. N. Lapygin, K. S. Karaman // Management Consulting. – 2023. – No. 6 (174). – Pp. 46–55. – DOI 10.22394/1726-1139-2023-6-46-55.
6. Lapygin, Yu. N. Target Orientation of Regional Economic Security / Yu. N. Lapygin, R. K. Talov // Municipal Academy. – 2023. – No. 2. – Pp. 158–165. – DOI 10.52176/2304831X_2023_02_158.
7. Oborin, M. S. Economic Security of the Individual in the Economic Management System / M. S. Oborin // Bulletin of PNRPU. Social and Economic Sciences. – 2022. – No. 2. – Pp. 214–227. – DOI 10.15593/2224-9354/2022.3.15.
8. Romanyuk, E. V. Economic Security of the Individual and its Assessment in Modern Russia / E. V. Romanyuk, I. V. Bayrakova, E. V. Trusevich, G. P. Nazarenko // Problems of Social and Economic Development of Siberia. – 2021. – No. 3. – Pp. 55–62. – DOI 10.18324/2224-1833-2021-3-55-62.
9. Tropnikova, V. A. Economic Security of the Individual / V. A. Tropnikova // Innovative Economy and Society. – 2021. – No. 1 (31). – Pp. 66–72.
10. Yakushin, I. V. Ensuring Regional Economic Security in the Context of the Digital Economy Ecosystem / I. V. Yakushin // Derzhavin Forum. – 2022. – Vol. 6, No. 1. – Pp. 216–223.

Управление капиталоёмкостью наукоёмких стартапов: бизнес-модель и маршрутизация финансирования

Коробов Никита Дмитриевич
магистрант, Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг», Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, korobov.nd@edu.spbstu.ru,

Пичугин Юрий Евгеньевич
магистрант, Высшая школа искусственного интеллекта, Институт компьютерных наук и кибербезопасности, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, pichugin.yue@edu.spbstu.ru,

Ефимов Алексей Михайлович
канд. экон. наук, доцент, Высшая школа технологического предпринимательства, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, a.efimov@spbstu.ru

Стадия коммерциализации (TRL 6–8) наукоёмких производственных стартапов характеризуется структурным разрывом финансирования: государственные гранты сконцентрированы на ранних стадиях, а частный венчурный капитал в России маломощен и смещён в поздние раунды. Опираясь на теорию структуры капитала (Модильяни–Миллер, иерархия источников, перенакладываемость активов), разработана экономико-математическая модель, связывающая капиталоёмкость стартапа с выбором модели монетизации (прямая продажа либо сервисная подписка Hardware-as-a-Service, HaaS) и маршрутизацией финансирования по инструментам, индексированным по уровню технологической готовности и формализованной как дискретная оптимизация разводняющей стоимости привлечения. На открытых данных рынка беспилотных авиационных систем методами дисконтированных денежных потоков и Монте-Карло показано, что сервисная модель снижает разовый барьер входа клиента в 26 раз, но повышает пиковую капиталоёмкость провайдера в 7,6 раза; лизинговое финансирование парка снижает остаточную потребность в дефицитном долевом капитале с 735 до 0 млн руб. Различия сценариев значимы (Колмогоров–Смирнов, δ Клиффа = 1,0), а преимущество оптимального маршрута над венчурным устойчиво (не менее 35-кратно) при ±50 % варьировании вероятностей одобрения.

Ключевые слова: капиталоёмкость, наукоёмкий стартап, структура капитала, теория иерархии финансирования, уровень технологической готовности, сервисная бизнес-модель, лизинг, маршрутизация финансирования, беспилотные авиационные системы.

Введение

Актуальность и постановка проблемы

Развитие наукоёмких отраслей сопровождается несоответствием масштаба государственного спроса и структуры доступного частного капитала. В сегменте беспилотных авиационных систем (БАС) финансирование национального проекта на 2024–2030 гг. оценивается в 898,4 млрд руб. при целевой доле отечественной продукции 70 %, тогда как коммерческий рынок невелик (свыше 13 млрд руб. в 2024 г., прогноз 81 млрд руб. к 2028 г.), а венчурный рынок маломощен и сжимается (около 159 млн долл. в 2025 г. при сокращении ранних стадий на 41 %). Сегмент выбран как модельный: он концентрированно воспроизводит проблему коммерциализации deep-tech – высокую капиталоёмкость, длительную сертификацию, двойное назначение и сильный госспрос при дефиците масштабирующего капитала; границы переносимости обсуждаются в разделе «Ограничения и направления дальнейших исследований».

Управленческая проблема: какими механизмами наукоёмкий стартап проходит коммерциализацию, где капиталоёмкость максимальна, а доступность грантового и венчурного финансирования минимальна. Нужна формализованная модель, связывающая капиталоёмкость с решениями фирмы – выбором модели монетизации и структурой инструментов.

Теоретическая рамка и обзор литературы

Теоретическое основание – теория структуры капитала. Без трений выбор источников финансирования нейтрален к стоимости фирмы [1]; но именно трения, критичные для наукоёмкого стартапа, делают его значимым. Информационная асимметрия [2] и агентские издержки [3] удорожают внешний долевой капитал и порождают иерархию источников (pecking order): внутренние средства предпочтительнее долга, долг – выпуска долей [4]. Ключевой аргумент – перенакладываемость активов [5]: ликвидные на вторичном рынке активы целесообразно финансировать долгом и лизингом, а специфические – долевым капиталом. Парк тиражируемых беспилотников относится к первому типу.

Прикладная литература описывает «долину смерти» между НИОКР и устойчивыми продажами, привязанную к уровням технологической готовности (TRL); в России доминирует прямое госфинансирование при слабой поддержке стартапов. Ранний грант примерно удваивает вероятность последующего венчурного финансирования [6] и повышает выживаемость [7]. Дискуссия о «вытеснении» и «привлечении» частных средств не завершена: ранние обзоры давали неоднозначные результаты, тогда как метарегрессия 73 исследований [8] показывает сдвиг в пользу привлечения, зависящий от размера фирмы. Активную роль государства обосновывают миссие-ориентированная политика и «государство как венчурный инвестор»; «разрыв масштабирования» в ЕС связан с маломощностью венчура [9; 10], а в России острее.

Параллельно развивается литература о сервисизации – переходе производителей от продажи оборудования к продаже услуг [11]. Модель «продукт как услуга» [12] снижает барьер входа клиента, но переносит капитальные затраты на провайдера; влияние на финансовые результаты неоднозначно и нелинейно [13; 14], а последствия для капиталоёмкости стартапов изучены недостаточно. В российском контексте управление финансированием инноваций [15], рынок БАС [16], финансирование при санкциях [17], венчурное финансирование и технологических проектов, государственно-частное партнёрство, жизненный цикл инноваций и технологический суверенитет региона описывают преимущественно институциональный ландшафт.

Научная новизна и пробел

Существующие работы либо описывают структуру капитала теоретически, без операционализации под стадии TRL; либо оценивают отдельные инструменты (преимущественно гранты) изолированно; либо описывают разрыв финансирования качественно. Не предложена вычислимая модель, связывающая зависящую от бизнес-модели динамику капиталоёмкости с TRL-индексированной, взвешенной по вероятностям одобрения маршрутизацией и выдающая остаточную потребность в разводняющем (долевом) капитале – связывающее ограничение на тонком венчурном рынке. Новизна – в трёх элементах: (1) интеграции выбора монетизации и TRL-зависимой доступности инструментов в единый показатель пиковой капиталоёмкости с выделением остаточной долевой составляющей; (2) формальной оптимизации маршрутизации на основе

иерархии источников [4] и перенакладываемости активов [5]; (3) количественной оценке компромисса и порогов переключения для российской среды.

Цель, гипотеза и задачи

Цель – разработать экономико-математическую модель управления капиталоёмкостью наукоёмкого стартапа на стадии коммерциализации, объединяющую выбор бизнес-модели и маршрутизацию финансирования. Проверяемая гипотеза: *в условиях тонкого венчурного рынка капиталоёмкость управляема структурой финансирования, а не только бизнес-моделью, – сопоставление инструмента профилю актива (лизинг для перенакладываемого парка) устраняет потребность в дефицитном долевом капитале, которую сервисная модель без асортивного финансирования делает практически нереализуемой.* Для проверки решаются четыре задачи:

1) формализовать модель пиковой потребности в финансировании для двух моделей выхода на рынок и её разложение на остаточную долевую составляющую;

2) откалибровать модель на открытых данных рынка БАС и количественно оценить перераспределение капиталоёмкости и барьера входа, в том числе для сценария с лизинговым финансированием;

3) проверить устойчивость выводов анализом чувствительности Монте-Карло с заданными распределениями и корреляцией параметров и статистическими тестами;

4) построить и решить задачу оптимизации маршрутизации финансирования, индексированной по уровню технологической готовности.

Методы и материалы

Эмпирическая база – открытые источники: паспорт и материалы национального проекта по БАС, отраслевые отчёты, параметры программ поддержки и агрегированные данные о венчурном рынке России (сноски 1–4). Риск моделируется сценарным анализом и методом Монте-Карло на денежных потоках фирмы. Меры рыночной волатильности (GARCH, CVaR) неприменимы: идиосинкразический риск предвыручечного проекта не коррелирует с волатильностью котируемых активов, а масштабирование риска по корню из времени некорректно для тяжёлых хвостов. Экспертные оценки задают лишь границы диапазонов параметров.

Рассматривается наукоёмкий производственный стартап, выводящий на рынок тяжёлую беспилотную авиационную систему на горизонте $T = 60$ мес.; помесячное развёртывание новых единиц N_t задаётся логистической функцией диффузии. Накопленный денежный поток и пиковая потребность в финансировании (глубина «долины смерти») определяются как

$$CumCF_t = \sum_{\tau=0}^{t} CF_\tau \quad (1)$$

$$F_{peak} = (-CumCF_t) \quad (2)$$

где CF_t – денежный поток месяца t;

F_{peak} – минимально необходимый внешний капитал.

Для прямой продажи единица производится и реализуется в одном периоде:

$$CF_t^{\text{прод}} = N_t(P_s - C_u) - F_{\text{пост}} - cN_t \quad (3)$$

где P_s – цена; C_u – себестоимость; $F_{пост}$ – постоянные расходы; c – затраты на привлечение клиента.

В сервисной модели (HaaS) фирма сохраняет право собственности на актив, финансирует его капитальные затраты и получает помесячную абонентскую плату; активный парк изменяется с учётом оттока v:

$$A_t = A_{t-1}(1 - v) + N_t \quad (4)$$

$$CF_t^{HaaS} = A_t(s - o) - C_u N_t - F_{\text{пост}} - cN_t \quad (5)$$

где A_t – активный парк; s – абонентская плата; o – операционные расходы на единицу.

В сценарии с лизинговым (асортивным) финансированием лизингодатель покрывает долю λ капитальных затрат каждой развёртываемой единицы, а стартап выплачивает аннуитет по ставке $r_л$ на сроке L:

$$CF_t^{\text{лиз}} = A_t(s - o) - (1 - \lambda)C_u N_t - \lambda C_u \alpha A_t - F_{\text{пост}} - cN_t \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{r_л}{1 - (1 + r_л)^{-L}} \quad (7)$$

где α – аннуитетный коэффициент.

Инвестиционные характеристики сценариев – чистая приведённая стоимость и дисконтированный срок окупаемости при помесячной ставке r:

$$NPV = \sum_{t=0}^{T} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (8)$$

$$T_{\text{ок}} = min\{\, t : \sum_{\tau=0}^{t} \frac{CF_\tau}{(1+r)^\tau} \geq 0 \,\} \quad (9)$$

Юнит-экономика подписки характеризуется пожизненной ценностью клиента LTV и безубыточной абонентской платой s^*:

$$LTV = \frac{s - o}{v + r} \quad (10)$$

$$s* = o + (v + r)(C_u + c) \quad (11)$$

Калибровка параметров

Базовые значения и распределения – в табл. 2. Цена и себестоимость откалиброваны на открытых оценках стоимости тяжёлых беспилотных комплексов (маржа ~45 %); помесячный отток $v = 0{,}02$ (срок жизни ~50 мес.) принят по бенчмаркам удержания в сервисных контрактах [13; 14] и охвачен диапазоном 0,012–0,030. Вероятности одобрения (табл. 1) откалиброваны на аналогах (SBIR: первая фаза ~17 %, вторая ~60 %; EIC Accelerator ~2,7 %) и конкурсных соотношениях Фонда содействия инновациям; для грантов «Старт» принято 0,10–0,15. Для венчурного раунда, где публичной статистики одобрения в России нет, принято индикативное 0,05 (seed→Series A ~10–20 %, дисконтированная на тонкость рынка); устойчивость к допущению проверяется отдельно (см. раздел «Результаты и обсуждение»).

Анализ чувствительности и маршрутизация

Анализ чувствительности выполнен методом Монте-Карло (N = 8000). Цена и себестоимость моделируются двумерным усечённым нормальным распределением с корреляцией $\rho = 0{,}6$; абонентская плата – усечённым нормальным; отток и потолок темпа – треугольными; прочие – равномерными (табл. 2). Траектория Nt пересчитывается как логистическая с выборочным Nmax. Различия Fpeak проверяются критериями Колмогорова–Смирнова, Манна–Уитни и δ Клиффа.

Маршрутизация формализуется как задача о портфеле инструментов. Инструменту i сопоставлены тикет A_i, вероятность одобрения p_i и удельная стоимость c_i (гранты 0; госзаказ – низкая; лизинг – ставка лизинга; долевой капитал – высокая ввиду разводнения и информационной асимметрии [2], [4]). Ожидаемое покрытие потребности составляет

$$E[F] = \sum_{i=1}^{n} p_i A_i \quad (12)$$

Выбор допустимого по стадии TRL подмножества инструментов (бинарные переменные x_i) определяется минимизацией суммарной стоимости привлечения при покрытии пиковой потребности:

$$\sum_{i=1}^{n} c_i p_i A_i x_i \,, \sum_{i=1}^{n} p_i A_i x_i \geq F_{peak} \quad (13)$$

Решение задачи (13) (полный перебор по n инструментам) воспроизводит «иерархию» источников [4]: сначала гранты, затем госзаказ и лизинг, долевой капитал – в последнюю очередь. Значимый показатель – остаточная потребность в долевом капитале, часть пиковой потребности, не покрываемая неразводняющими инструментами множества D:

$$G = \{\, F_{peak} - \sum_{i \in D} p_i A_i \,, 0 \,\} \quad (14)$$

Модель реализована на языке Python; исходные данные и результаты воспроизводимы.

Результаты и обсуждение

Инструменты финансирования по стадиям технологической готовности приведены в табл. 1; их тикеты, вероятности одобрения и удельные стоимости – входные параметры оптимизации (13).

Таблица 1

Инструменты финансирования по стадиям технологической готовности

Инструмент финансирования	Стадия (TRL)	Тикет, млн руб.	Вероятность p_i	Уд. стоимость c_i
ФСИ «Старт-1»	2–4	4	0,12	0,00
ФСИ «Старт-2»	3–5	8	0,15	0,00
ФСИ «Развитие» / «Коммерц.»	5–7	30	0,10	0,00
Региональный грант / ОЭЗ	4–6	15	0,18	0,00
Госзаказ / субсидия	7–9	100	0,15	0,05
Лизинг / асортивное финанс.	7–9	600	0,45	0,18
Венчурный раунд A	6–8	60	0,05	0,30

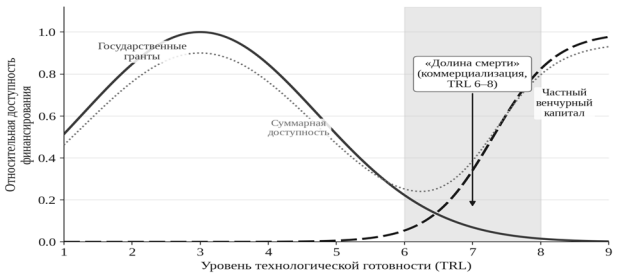


Рис. 1. Разрыв доступности финансирования по уровням технологической готовности

Структурный дефицит капитала иллюстрирует рис. 1: гранты сконцентрированы на TRL 1–5, венчурный капитал доступен лишь к TRL 7–

9; провал на TRL 6–8 – «долина смерти», где капитальные затраты максимальны, а доступ к внешним источникам минимален.

Базовые параметры и их распределения приведены в табл. 2.

Таблица 2
Параметры модели и распределения для анализа чувствительности

Параметр	Обозн.	Базовое	Распределение / диапазон (Монте-Карло)
Горизонт коммерциализации, мес.	T	60	–
НИОКР и сертификация, млн руб.	I_0	80	–
Постоянные расходы, млн руб./мес.	Fпост	3,5	–
Себестоимость единицы, млн руб.	Cu	3,2	усеч. нормальное, ρ(Ps,Cu) = 0,6
Цена прямой продажи, млн руб.	Ps	5,8	усеч. нормальное (±15 %)
Абонентская плата, млн руб./мес.	s	0,22	усеч. нормальное (±15 %)
Операц. расходы на ед., млн руб./мес.	o	0,05	–
Помесячный отток парка	v	0,02	треугольное (0,012; 0,02; 0,030)
Затраты на привлечение, млн руб.	c	0,40	равномерное (±30 %)
Годовая ставка дисконтирования	rгод	0,25	равномерное (0,18–0,32)
Потолок темпа развёртывания, ед./мес.	Nmax	14	треугольное (10; 14; 18)
Доля лизингового покрытия	λ	0,80	равномерное (0,65–0,90)
Годовая ставка лизинга	rл	0,18	–

Траектории накопленной потребности – на рис. 2. При прямой продаже пик 100 млн руб. уже на 12-м месяце, далее проект самофинансируется. В сервисной модели с самостоятельным финансированием парка потребность нарастает до 753 млн руб. – в 7,6 раза выше. Лизинг переносит большую часть капитальных затрат за баланс, снижая пик до 233 млн руб. (в 3,2 раза).

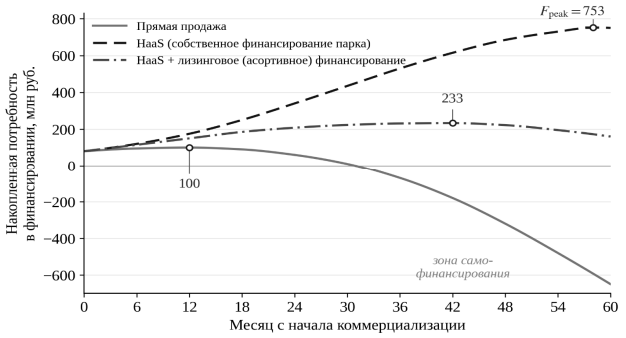


Рис. 2. Накопленная потребность в финансировании при трёх моделях выхода на рынок

Сводные результаты – в табл. 3. Прямая продажа отличается низкой капиталоёмкостью (к = 0,11) и положительной NPV (+237 млн руб.) при окупаемости 36 мес., но высоким разовым барьером входа клиента (5,8 млн руб.). Сервисная модель снижает разовую нагрузку клиента до 0,22 млн руб./мес. (в 26 раз), но повышает капиталоёмкость провайдера до к = 0,93. Юнит-экономика подписки положительна: *LTV* = **4.38 млн руб.**, *LTV/CAC* = **11**, срок жизни **50 мес.**, безубыточная плата **190 тыс. руб./мес.** против 220 – модель состоятельна за пределами горизонта коммерциализации.

Таблица 3
Результаты моделирования по сценариям выхода на рынок

Показатель	Прямая продажа	HaaS (собств.)	HaaS + лизинг
Пиковая потребность Fpeak, млн руб.	100	753	233
Месяц достижения пика	12	60	42
NPV за 5 лет, млн руб.	237	-463	-150
Дисконт. окупаемость, мес.	36	> 60	> 60 (≈ 90)*
Капиталоёмкость к	0,11	0,93	0,29
Остаточный долевой капитал, млн руб.	82	735	0
Разовый барьер входа клиента	5,8 млн	0,22 млн/мес.	0,22 млн/мес.

* При горизонте 96 мес. сценарий «HaaS + лизинг» выходит на положительную NPV (+35 млн руб.) с окупаемостью около 90 мес.; самостоятельно финансируемый HaaS остаётся убыточным, что подтверждает необходимость асортивного финансирования.

Устойчивость проверена методом Монте-Карло; распределения Fpeak – на рис. 3, статистики – в табл. 4. При корреляции цены и себестоимости ρ = 0,6 (фактическая 0,615) три сценария образуют чётко разделённые распределения. Различия значимы: Колмогоров–Смирнов D ≈ 1,0, $p < 10^{-300}$, Манн–Уитни $p < 10^{-300}$, δ Клиффа = 1,0 (полное неперекрытие). Доля реализаций с положительной NPV за пять лет – 100 % для прямой продажи и почти нуль для подписных.

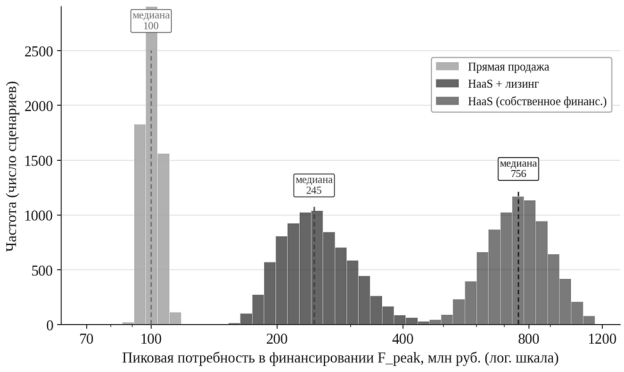


Рис. 3. Распределение пиковой потребности в финансировании (Монте-Карло, N = 8000)

Таблица 4
Сводные статистики пиковой потребности в финансировании (Монте-Карло)

Сценарий	Среднее	Медиана	P5	P95	P(NPV>0)
Прямая продажа	100	100	94	108	100.0 %
HaaS (собств.)	764	756	564	997	0.0 %
HaaS + лизинг	254	245	186	354	0.2 %

Маршрутизация и остаточная потребность в долевом капитале

Решение задачи (13)–(14) на стадии коммерциализации (TRL 7) показано на рис. 4. Ключевой результат – остаточная потребность в разводняющем (долевом) капитале после неразводняющих инструментов: 82 млн руб. для прямой продажи (реализуемо одним раундом), 735 млн руб. для самостоятельного HaaS (практически нереализуемо на тонком рынке) и 0 для HaaS с лизингом. Лизинг тиражируемого перенакладываемого парка, в соответствии с [5], замещает дефицитный венчурный капитал. «Наивная» стратегия только на венчуре даёт ожидаемое покрытие лишь E[F] ≈ 3 млн руб., тогда как оптимальный маршрут (гранты + госзаказ + лизинг) – E[F] ≈ 288 млн руб.; преимущество устойчиво (не менее 35×, в среднем 106×) при ±50 % варьировании вероятностей одобрения.

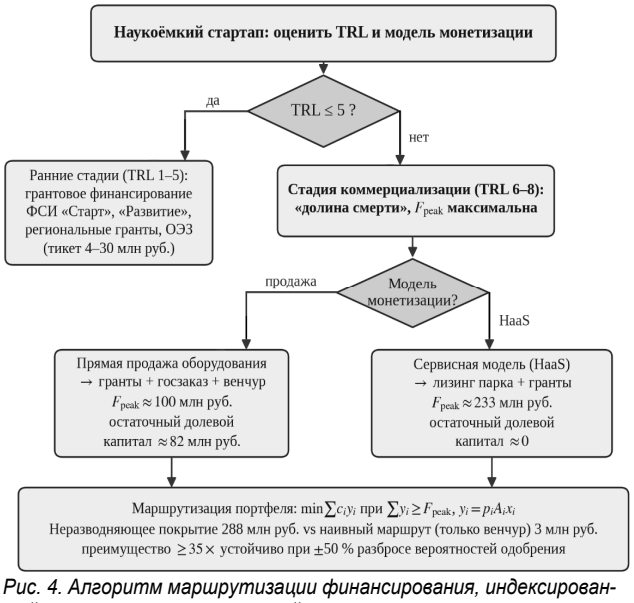


Рис. 4. Алгоритм маршрутизации финансирования, индексированный по уровню технологической готовности

Обсуждение

Результаты трактуются в свете теории структуры капитала, а не как следствие бухгалтерского различения капитализации и расходов. Направление эффектов (сервисная модель связывает капитал, лизинг его

высвобождает) интуитивно, но вклад – в количественной оценке величин, порогов и в обоснованном правиле маршрутизации. Результат по лизингу не сводится к «эффекту рычага»: это сопоставление инструмента характеристикам актива [5], а порядок привлечения воспроизводит иерархию источников [4]. Ключевой вывод – связывающим ограничением на тонком рынке выступает не совокупная потребность в капитале, а её долевая составляющая, которую сопоставление актива и инструмента обращает в ноль. Это согласуется с ролью грантов как «сертификатора» качества фирмы [6; 7] и с разрывом масштабирования [10], не закрываемым венчуром в России. Косвенное подтверждение – переход производителей сложного оборудования к сервисным моделям (сервис даёт до ~70 % выручки в авиадвигателестроении) [12; 14] и распространение лизинга.

Заключение

Основные результаты соответствуют поставленным задачам и подтверждают выдвинутую гипотезу.

1. Формализована экономико-математическая модель пиковой потребности в финансировании для двух моделей выхода на рынок (формулы (1)–(11)) с разложением на остаточную долевую составляющую (формула (14)); Fpeak – количественная мера глубины «долины смерти».

2. На открытых данных рынка БАС сервисная модель снижает разовый барьер входа клиента в 26 раз, но повышает пиковую капиталоёмкость провайдера в 7,6 раза (с 100 до 753 млн руб.); лизинг снижает пик в 3,2 раза и сокращает остаточную потребность в долевом капитале с 735 до 0 млн руб. при LTV/CAC = 11.

3. Анализ чувствительности Монте-Карло подтвердил устойчивость выводов: распределения *F*peak значимо различаются (Колмогоров–Смирнов $p < 10^{-300}$, δ Клиффа = 1,0), а ранжирование сценариев сохраняется во всём диапазоне параметров.

4. Построена и решена задача оптимизации маршрутизации (формула (13)), воспроизводящая иерархию источников; оптимальный маршрут повышает ожидаемое покрытие с 3 до 288 млн руб. с устойчивым (не менее 35-кратным) преимуществом над венчурным.

Практическая ценность – операциональный инструмент решений: модель монетизации и структура финансирования выбираются совместно, а правило (13)–(14) даёт численный критерий выбора инструмента (грант – для невозвратного риска НИОКР; лизинг – для перенакладываемого тиражируемого актива; долевой капитал – для остаточной непокрытой части в пределах допустимого разводнения).

Ограничения и направления дальнейших исследований

Модель нормативна (ex ante); её параметры откалиброваны на сегменте БАС, поэтому количественные величины секторально специфичны, тогда как структурный механизм (компромисс барьера входа и капиталоёмкости, управляемый структурой финансирования) переносим на другие классы deep-tech при перекалибровке. Вероятности одобрения для венчурного рынка России индикативны из-за отсутствия публичной статистики, что частично снимается анализом устойчивости. Маршрутизация использует детерминированные ожидаемые величины и не учитывает опциональный характер привлечения и корреляцию исходов заявок.

Естественное развитие – эмпирическая верификация вероятностей и эффектов грантов на микроданных методом разрывной регрессии [6; 7], расширение на портфель продуктов с обучением в себестоимости, эндогенизация темпа диффузии, региональная дифференциация и включение в маршрутизацию долгового и мезонинного финансирования.

Литература

1. Modigliani F., Miller M.H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment // American Economic Review. 1958. Vol. 48, no. 3. P. 261–297.
2. Myers S.C., Majluf N.S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have // Journal of Financial Economics. 1984. Vol. 13, no. 2. P. 187–221. DOI: 10.1016/0304-405X(84)90023-0
3. Jensen M.C., Meckling W.H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure // Journal of Financial Economics. 1976. Vol. 3, no. 4. P. 305–360. DOI: 10.1016/0304-405X(76)90026-X
4. Myers S.C. The capital structure puzzle // The Journal of Finance. 1984. Vol. 39, no. 3. P. 575–592. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1984.tb03646.x
5. Williamson O.E. Corporate finance and corporate governance // The Journal of Finance. 1988. Vol. 43, no. 3. P. 567–591. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1988.tb04592.x
6. Howell S.T. Financing innovation: Evidence from R&D grants // American Economic Review. 2017. Vol. 107, no. 4. P. 1136–1164. DOI: 10.1257/aer.20150808
7. Santoleri P., Mina A., Di Minin A., Martelli I. The causal effects of R&D grants: Evidence from a regression discontinuity // The Review of Economics and Statistics. 2024. Vol. 106, no. 6. P. 1495–1510. DOI: 10.1162/rest_a_01233
8. Wang P., Wang Y. Effectiveness of R&D subsidies in innovation activities: A meta-regression analysis // Technology Analysis & Strategic Management. 2025. P. 1–17. DOI: 10.1080/09537325.2025.2512548
9. Cumming D.J., Johan S.A., Zhang Y. Public policy towards entrepreneurial finance: Spillovers and the scale-up gap // Oxford Review of Economic Policy. 2018. Vol. 34, no. 4. P. 652–675. DOI: 10.1093/oxrep/gry012
10. Quas A., Mason C., Compañó R., Testa G., Gavigan J.P. The scale-up finance gap in the EU: Causes, consequences, and policy solutions // European Management Journal. 2022. Vol. 40, no. 5. P. 645–652. DOI: 10.1016/j.emj.2022.08.003
11. Vandermerwe S., Rada J. Servitization of business: Adding value by adding services // European Management Journal. 1988. Vol. 6, no. 4. P. 314–324. DOI: 10.1016/0263-2373(88)90033-3
12. Hedvall K., Benedettini O., Blümel J.H., Arsenovic J., Kristensson P. B2B manufacturers in pursuit of Product-as-a-Service: Motivations, barriers, and approaches // Journal of Business Research. 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829632500390X
13. Abou-Foul M., Ruiz-Alba J.L., Soares A. The impact of digitalization and servitization on the financial performance of a firm: An empirical analysis // Production Planning & Control. 2021. Vol. 32, no. 12. P. 975–989. DOI: 10.1080/09537287.2020.1780508
14. Shen L., Sun W., Parida V. Consolidating digital servitization research: A systematic review, integrative framework, and future research directions // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 191. Art. 122478. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122478
15. Зотов В.М., Абдикеев Н.М. Новые технологии управления финансированием инноваций в промышленности // Финансы: теория и практика. 2021. Т. 25, № 6. С. 112–127. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-6-112-127
16. Фаттахов М.Р., Киреев А.В. и др. Рынок беспилотных авиационных систем в России: состояние и особенности функционирования в макроэкономических условиях 2022 года // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 4. С. 2507–2528. DOI: 10.18334/vinec.12.4.116912
17. Петров М.В. Финансирование инновационного развития России в условиях усиления геополитической напряжённости и международных санкций // Вопросы инновационной экономики. 2023. № 1. URL: https://1economic.ru/lib/117382

Managing capital intensity of deep-tech startups: business model and financing routing

Korobov N.D., Pichugin Yu.E., Efimov A.M.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The commercialization stage (TRL 6–8) of deep-tech manufacturing startups is marked by a structural financing gap: state grants are concentrated at early stages, while private venture capital in Russia is thin and skewed towards late rounds. Drawing on capital-structure theory (Modigliani–Miller, pecking-order, asset redeployability), the paper develops an economic-mathematical model linking a startup's capital intensity to the monetization model (direct equipment sale versus a Hardware-as-a-Service, HaaS, subscription) and the routing of financing across instruments indexed to the technology readiness level, formalized as a discrete optimization of the dilution-weighted cost of capital. Using open data of the unmanned aerial systems market and a discounted-cash-flow and Monte-Carlo framework, the service model is shown to reduce the customer's one-off entry barrier 26-fold but raise the provider's peak capital intensity 7.6-fold; asset-backed (leasing) financing of the fleet lowers the residual requirement for scarce equity capital from 735 to 0 million roubles. The scenarios differ significantly (Kolmogorov–Smirnov test, Cliff's δ = 1.0), and the advantage of the optimal route over the venture route is robust (at least 35-fold) under ±50 % variation of the acceptance probabilities.

Keywords: capital intensity, deep-tech startup, capital structure, pecking-order theory, technology readiness level, service business model, leasing, financing routing, unmanned aerial systems.

References

1. Modigliani F., Miller M.H. The cost of capital, corporation finance and the theory of investment // American Economic Review. 1958. Vol. 48, no. 3. P. 261–297.
2. Myers S.C., Majluf N.S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have // Journal of Financial Economics. 1984. Vol. 13, no. 2. P. 187–221. DOI: 10.1016/0304-405X(84)90023-0
3. Jensen M.C., Meckling W.H. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure // Journal of Financial Economics. 1976. Vol. 3, no. 4. P. 305–360. DOI: 10.1016/0304-405X(76)90026-X
4. Myers S.C. The capital structure puzzle // The Journal of Finance. 1984. Vol. 39, no. 3. P. 575–592. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1984.tb03646.x
5. Williamson O.E. Corporate finance and corporate governance // The Journal of Finance. 1988. Vol. 43, no. 3. P. 567–591. DOI: 10.1111/j.1540-6261.1988.tb04592.x
6. Howell S.T. Financing innovation: Evidence from R&D grants // American Economic Review. 2017. Vol. 107, no. 4. P. 1136–1164. DOI: 10.1257/aer.20150808

7. Santoleri P., Mina A., Di Minin A., Martelli I. The causal effects of R&D grants: Evidence from a regression discontinuity // The Review of Economics and Statistics. 2024. Vol. 106, no. 6. P. 1495–1510. DOI: 10.1162/rest_a_01233
8. Wang P., Wang Y. Effectiveness of R&D subsidies in innovation activities: A meta-regression analysis // Technology Analysis & Strategic Management. 2025. P. 1–17. DOI: 10.1080/09537325.2025.2512548
9. Cumming D.J., Johan S.A., Zhang Y. Public policy towards entrepreneurial finance: Spillovers and the scale-up gap // Oxford Review of Economic Policy. 2018. Vol. 34, no. 4. P. 652–675. DOI: 10.1093/oxrep/gry012
10. Quas A., Mason C., Compañó R., Testa G., Gavigan J.P. The scale-up finance gap in the EU: Causes, consequences, and policy solutions // European Management Journal. 2022. Vol. 40, no. 5. P. 645–652. DOI: 10.1016/j.emj.2022.08.003
11. Vandermerwe S., Rada J. Servitization of business: Adding value by adding services // European Management Journal. 1988. Vol. 6, no. 4. P. 314–324. DOI: 10.1016/0263-2373(88)90033-3
12. Hedvall K., Benedettini O., Blümel J.H., Arsenovic J., Kristensson P. B2B manufacturers in pursuit of Product-as-a-Service: Motivations, barriers, and approaches // Journal of Business Research. 2025. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829632500390X
13. Abou-Foul M., Ruiz-Alba J.L., Soares A. The impact of digitalization and servitization on the financial performance of a firm: An empirical analysis // Production Planning & Control. 2021. Vol. 32, no. 12. P. 975–989. DOI: 10.1080/09537287.2020.1780508
14. Shen L., Sun W., Parida V. Consolidating digital servitization research: A systematic review, integrative framework, and future research directions // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 191. Art. 122478. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122478
15. Zotov V.M., Abdikeev N.M. New technologies for managing innovation financing in industry // Finance: Theory and Practice. 2021. Vol. 25, no. 6. P. 112–127. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-6-112-127
16. Fattakhov M.R., Kireev A.V. et al. The unmanned aerial systems market in Russia: state and functioning specifics under the macroeconomic conditions of 2022 // Russian Journal of Innovation Economics. 2022. Vol. 12, no. 4. P. 2507–2528. DOI: 10.18334/vinec.12.4.116912
17. Petrov M.V. Financing Russia's innovative development amid rising geopolitical tensions and international sanctions // Russian Journal of Innovation Economics. 2023. No. 1. URL: https://1economic.ru/lib/117382

Подходы к управлению лизинговой компанией в контексте существующих вызовов и теоретических концепций управления

Космачев Виктор Романович
аспирант, СПбГУПТД, viktor2834@inbox.ru

В условиях изменения внешней среды и цифровой трансформации экономики возрастает значимость исследования подходов к управлению организациями и поиска их оптимальных комбинаций для повышения эффективности деятельности компаний. В статье рассматриваются системный, процессный, цифровой и маркетинговый подходы к управлению организацией, а также анализируются особенности их применения в деятельности лизинговых компаний. Для подготовки статьи использовались методы анализа и синтеза научной литературы, контент-анализ теоретических концепций управления и структурно-функциональный анализ бизнес-процессов. В исследовании выделены преимущества и ограничения рассматриваемых подходов к управлению и определены наиболее релевантные подходы к управлению для ключевых бизнес-процессов лизинговой компании. Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании системы управления лизинговых компаний и повышении эффективности их деятельности.
Ключевые слова: Управление организацией, системный, процессный, цифровой и маркетинговый подходы к управлению организацией, лизинг, управление лизинговой компанией.

Введение

В научной литературе отмечается, что в настоящее время одним из значимых факторов, оказывающих влияние на развитие организации, является изменчивость внешней и внутренней среды. Изменяются подходы к разработке продуктов: фиксированный подход, ориентированный на удовлетворение конкретной потребности клиента, постепенно замещается сервисной моделью, при которой пользователь или потребитель развивается в результате использования выпускаемого продукта. Одновременно возрастает уровень неопределенности при формировании прогнозов и разработке стратегии развития организации, что усиливает потребность в гибридных компетенциях топ-менеджмента. Крупные компании становятся владельцами значительного массива данных, которые используются для обучения собственных моделей, например, скоринговых моделей принятия кредитных решений в банках: это повышает требование к автоматизации бизнес-процессов и контролю за качеством данных. Также изменяются подходы к продвижению продуктов на рынке: цена перестает быть решающим фактором в выборе отдельного продукта - для клиента становится важным либо общий размер выгоды, который он получит от совершаемой покупки, (например, совокупность преимуществ по кэшбеку от банка, скидке от продавца, дополнительных бонусов от сканирования чеков в системе лояльности и другие), либо общий уровень удовлетворения от покупки (например, не просто покупка люстры для освещения комнаты, а покупка возможности настраивать освещение в своем доме под личное настроение) и другие. В связи с этим эффективность управления организацией и успешность компании в целом во многом определяются способностью руководства принимать управленческие решения, обеспечивающие своевременную адаптацию к изменяющимся факторам внешней среды. Несмотря на значительное количество исследований в области управления организациями, вопросы применения исследуемых подходов к управлению в компаниях лизинговой отрасли, а также оценки их применимости с учетом отраслевой специфики остаются недостаточно изученными.

Цель исследования: оценить возможность применения существующих подходов к управлению лизинговой компанией по результатам анализа актуальных научных публикаций с описанием существующих подходов к управлению организацией.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать основные подходы к управлению организацией;
- сформулировать преимущества и недостатки от использования существующих подходов в управлении организации;
- оценить возможность использования рассмотренных подходов в управлении лизинговой компанией.

Методы

Для подготовки исследования использовались методы анализа и синтеза научной литературы, а также контент-анализ теоретических концепций управления организацией для выявления закономерностей, определения преимуществ и ограничений различных подходов к управлению. Автор [Космачев В.Р.] проанализировал актуальные публикации по четырем основным подходам к управлению организацией: системный, процессный, цифровой и маркетинговый. Отбор публикаций осуществлялся по критериям релевантности тематике исследования. В заключительной части исследования использовался метод структурно-функционального анализа по модели IDEF0 для выделения ключевых бизнес-процессов деятельности лизинговой компании. Это позволило определить наиболее релевантные подходы к управлению лизинговой компанией для каждого бизнес-процесса в отдельности.

Анализ основных управленческих подходов

Системный подход рассматривает организацию как множество взаимосвязанных элементов, обладающих определенными свойствами и взаимосвязями. Базовыми свойствами организации в соответствие с системным подходом являются: организованность, целостность и иерархичность. В рамках данного подхода управление предполагает комплексный анализ деятельности организации, планирование и оценку эффектов на развитие или финансовые показатели всей компании от принятия управленческих решений. Это приводит к росту общей эффектив-

ности бизнес-процессов и согласованности работы подразделений, отделов, департаментов внутри организации. Конорева Т.В., Руденко Л.Г., Вандышева М.Н., Алёхин С.П. [16, 24, 1] и другие авторы изучают в своих научных работах практическую значимость системного подхода в отдельных бизнес-процессах или функциональных задачах, с которыми сталкиваются сотрудники организации. Например, Халемский Д.Б. [30] рассматривает системный подход применительно к управлению человеческими ресурсами – найм, развитие компетенций у действующих сотрудников и другие; Коваленко В.В., Комендантов Г.А. [15] - в риск-менеджменте: построение риск-моделей, валидация, усовершенствование за счет автоматизации отдельных этапов скоринга; Бабурина Н.А., Муравьев Д.А., Захарова К.А. [4] - в части применения мер государственной поддержки, Мизюн В.А. [21] - в управлении производственными системами.

Обзор научной литературы и исследований указанных авторов позволил выявить ряд преимуществ и недостатков системного подхода. Среди основных преимуществ можно выделить:

- наличие комплексного подхода к управлению организацией: вместо фрагментарного анализа используется система показателей и бизнес-процессов;
- наличие возможности рассматривать отдельные направления менеджмента (например, управление человеческими ресурсами) в неразрывной связи с иными ключевыми компонентами организационного механизма: корпоративная культура и внутрифирменное обучение;
- повышение согласованности управленческих решений внутри организации. Управление организацией в качестве единой системы позволяет улучшить координацию деятельности различных подразделений и эффективнее использовать ресурсы, включая человеческий капитал.

В научной литературе отмечается ряд ограничений применения системного подхода к управлению организацией:

- необходимость сбора, обработки и анализа большого объёма данных, что требует развитой информационной инфраструктуры;
- необходимость разработки комплексных систем управления, включая системы управления рисками, что требует значительных организационных и информационных ресурсов, а также участия специалистов из различных областей;
- использование сложных аналитических инструментов и методов моделирования, что может затруднять его практическую реализацию в деятельности в условиях отсутствия соответствующей ИТ инфраструктуры и необходимых компетенций в команде руководства организации.

Таким образом, системный подход обладает значимым потенциалом в части повышения эффективности процесса управления организацией за счёт комплексного анализа её структуры и процессов. При этом важно обратить внимание, что положительный опыт практической реализации данного подхода будет зависеть от наличия в организации достаточного количества финансовых, кадровых, аналитических и информационных ресурсов.

Процессный подход к управлению организацией основан на представлении организации в формате непрерывного процесса, состоящего из серии взаимосвязанных операций, выполняемых с заданной последовательностью. Иными словами, организация рассматривается, как совокупность взаимосвязанных бизнес-процессов, направленных на создание ценности для потребителя. Запуск процесса невозможен без человеческих, материальных, финансовых и информационных ресурсов. Сущность процессного подхода изучают в своих исследованиях Зеленцов А.Б., Кардапольцев К.В., Усольцев С.В., Ермилина Д.А., Жерегеля А.В., Зингер О.А., Хохлова С.В., Алибеков Ш.И., Кумышева М.М. Тухканен Т.Н., Ал-ани Х и Махаев А.С. [10, 12, 7, 9, 11, 2, 27, 20]

Обзор научной литературы и исследований указанных авторов позволил выявить ряд преимуществ и недостатков процессного подхода. Среди основных преимуществ можно выделить:

- наличие возможности детально описывать и регламентировать бизнес-процессы в организации для определения областей повышенного внимания и оценке потенциала в автоматизации;
- предоставление сотрудникам расширенных полномочий по зонам ответственности. Это усиливает их вовлеченность мотивацию в развитии по областям, за которые они отвечают;
- снижение необходимости в оперативном управлении, так как процессный подход нацелен на оптимизацию операционной деятельности за счет высокой степени автономности исполнителей.

В научной литературе отмечается ряд ограничений применения процессного подхода:

- требуются значительные трудозатраты для описания и регламентации бизнес-процессов с последующим формированием внутренних нормативных документов (ВНД). При этом чрезмерная детализации бизнес-процессов может снизить гибкость организации;
- процессный подход не предполагает стратегический аспект в управлении организацией. По мнению большинства авторов процессный подход нацелен на операционное управление организацией и внедрение изменений в краткосрочной перспективе;
- высокий уровень зависимости от уровня квалификации и личностных характеристик сотрудников по зонам ответственности - бизнес-процессах.

Таким образом, процессный подход к управлению организацией ориентирован на оптимизацию бизнес-процессов и повышение эффективности взаимодействия подразделений в краткосрочной перспективе. Вместе с тем его внедрение требует значительных организационных изменений и разработки системы управления процессами.

Цифровой подход к управлению ориентирован на интеграцию цифровых технологий, информационных систем и аналитических инструментов в ИТ-инфраструктуру организации. Первостепенное значение в рамках данного подхода приобретают наличие развитых ИТ систем, высокое качество данных и наличие накопленной статистики для обучения собственных моделей. Авторы научных статей при анализе цифрового подхода приводят термин «цифровая трансформация». При этом в научной литературе отсутствует единый подход к определению термина «трансформация».

Фролов К.В., Аржанов К.В. Трофимова Н.Н. и Кириллова Т.В. [29, 3, 26, 14] являются сторонниками технологического подхода и под цифровой трансформацией понимают использование цифровых технологий в рамках производственно-управленческой деятельности. Ефанов В. А., Креймер А. И., Кузнецова М. О. [8, 18, 19] определяют цифровую трансформацию набором структурных изменений в организации, обеспечивающих перестройку организации в ответ на вызовы цифровой экономики. Королев Г. В., Бутов А. В., Цыцарова Н. М., Елькина Е. Е. [17, 31, 6] считают, что цифровая трансформация связана с формированием цифровой корпоративной культуры. Это предполагает формирование у всех сотрудников организации устойчивого осознания объективной необходимости трансформации бизнес-процессов на основе цифровых технологий и готовности к системному внедрению нововведений в соответствующие бизнес-процессы. Таким образом, цифровую трансформацию можно определить, как комплексное изменение бизнес-модели и организационной структуры организации с применением цифровых технологий. Результатами цифровой трансформации могут являться: достижение целевых показателей прибыльности, интеграция новых подходов к работе с партнерами или клиентами, повышение конкурентоспособности организации и другие.

Обзор научной литературы и исследований позволил выявить ряд преимуществ и недостатков цифрового подхода. Среди основных преимуществ можно выделить:

- повышение эффективности управленческих решений за счет использования цифровых технологий и аналитических инструментов;
- улучшение клиентского пути за счет внедрения цифровых платформ и информационных систем. Это приводит к упрощению взаимодействия организации с клиентами, увеличивает воронку входящего потока заявок и обращений клиентов в организацию;
- совершенствование бизнес-модели организации за счет определения новых клиентских сегментов, каналов сбыта, развития дополнительных продуктов – нефинансовых сервисов.

В научной литературе отмечается ряд ограничений применения цифрового подхода:

- высокие затраты на внедрение цифровых технологий в бизнес-процессы организации: значимые инвестиции в развитие информационных систем, совершенствование программного обеспечения и ИТ-инфраструктуры;
- необходимость организационных изменений с фокусом на цифровизацию бизнес-процессов: инвестиции в обучение и подготовку действующих сотрудников, поиск и привлечений новых компетенций в организацию
- необходимость в повышении требований к информационной безопасности и управлению данными в организации. Использование цифровых технологий или готовых цифровых решений от сторонних производителей увеличивает риски, связанные с защитой информации и усиливает угрозы цифрового мошенничества.

Таким образом, цифровой подход к управлению организацией ориентирован на использование цифровых технологий и данных для повышения эффективности внутренних процессов. При этом его применение сопровождается значительными организационными и технологическими изменениями, требующими развития цифровой инфраструктуры и компетенций сотрудников.

Маркетинговый подход к управлению организацией ориентирован на удовлетворение потребностей клиентов. Примерами инструментов маркетингового подхода являются: бенчмаркинг финансовых показателей и сравнительный анализ продуктовой линейки по организациям-конкурентам, изучение потребностей и предпочтений клиентов в формате опросов и глубинных интервью с клиентами. Основная задача маркетингового подхода сводится к определению конкурентного преимущества организации и разработке стратегии развития организации по результатам. Сущность маркетингового подхода изучают в своих исследованиях Удалов О.Ф., Смолькин В.П., Гарнов А.П., Ренкер К., Багиев Г.Л., Икрамов М.А. [28, 23]

Обзор научной литературы и исследований позволил выявить ряд преимуществ и недостатков маркетингового подхода. Среди основных преимуществ можно выделить:

- подход позволяет идентифицировать наиболее точные управленческие решения, соответствующие ожиданиям клиентов;
- высокая скорость реагирования организации в ответ на изменения предпочтений и ожиданий клиентов;
- обоснованный подход к разработке стратегии развития организации, т.к. основан на результатах маркетинговых исследований предпочтений клиентов и сравнительного анализа с конкурентами.

В научной литературе отмечается ряд ограничений применения маркетингового подхода:

- высокий уровень операционных затрат при проведении маркетинговых исследований и рекламных кампаний;
- высокая степень зависимости от предпочтений клиентов. В условиях изменчивой внешней среды, предпочтения клиентов могут часто меняться, что приведет к необходимости регулярного пересмотра стратегии развития организации;
- чрезмерная ориентация на рынок и мнение клиента может исключить внутренние инициативы организации.

Таким образом, маркетинговый подход к управлению организацией рассматривает деятельность организации через призму потребностей рынка. В рамках данного подхода ключевое значение приобретает системный анализ внешней среды, поведения потребителей и конкурентной ситуации, что позволяет разрабатывать эффективную стратегию развития организации.

Результаты

Проведенное исследование научных статей показывает, что каждый из рассмотренных подходов ориентирован на разные аспекты функционирования организации и обладает как преимуществами, так и ограничениями (Табл. 1).

Таблица 1
Результаты анализа существующих подходов к управлению организацией

Подход	Объект управления	Преимущества	Ограничения
Системный	Организация как целостная система взаимосвязанных элементов	• комплексность анализа; • учет взаимосвязей элементов системы; • согласованность управленческих решений	• высокая аналитическая сложность; • значительные информационные ресурсы; • трудоемкость практической реализации
Процессный	Бизнес-процессы организации	• прозрачность процессов; • повышение эффективности использования ресурсов; • улучшение межфункциональной координации	• сложность описания и регламентации процессов; • необходимость постоянного мониторинга; • риск избыточной формализации
Цифровой	Данные, цифровые платформы	• ускорение управленческих решений; • автоматизация процессов; • расширенные аналитические возможности	• высокие затраты на цифровизацию; • зависимость от технологической инфраструктуры; • риски информационной безопасности
Маркетинговый	Потребности клиентов и рыночная среда	• ориентация на клиента; • усиление конкурентных позиций; • повышение рыночной адаптивности	• зависимость от внешней среды; • затраты на маркетинговые исследования; • риск недооценки внутренних ограничений

Иными словами, для достижения эффективного развития организации рассмотренные подходы должны применяться не изолированно, а в комбинации.

Обсуждение

Предлагается систематизировать рассмотренные в исследовании подходы к управлению организацией на примере лизинговой компании. Лизинговая отрасль отличается высоким уровнем сложности внутренних бизнес-процессов в рамках реализации лизинговых сделок (Табл. 2).

Таблица 2
Применение существующих подходов к управлению организацией на примере лизингового бизнеса

Подход	Элементы деятельности лизинговой компании
Системный	Управление процессом принятия решений по лизинговой сделке: комплексная оценка параметров лизинговой сделки, анализ финансового состояния лизингополучателя, оценка рисков, анализ характеристик предмета лизинга
Процессный	Организация и оптимизация бизнес-процессов лизинговой компании: взаимодействие с клиентами, подготовка коммерческих предложений, оформление и сопровождение лизинговых сделок
Цифровой	Автоматизация бизнес-процессов лизинговой компании: использование информационных систем и аналитики данных, развитие цифровых лизинговых продуктов
Маркетинговый	Взаимодействие с действующими и потенциальными клиентами-лизингополучателями: анализ потребностей, сегментация клиентской базы, разработка и продвижение лизинговых программ и нишевых продуктов

Применение системного подхода

В процессе одобрения сделок лизинговые компании используют автоматизированные системы принятия решения, идентичные банковским моделям анализа кредитоспособности по своим заемщикам. Процесс принятия решения по лизинговой сделке предполагает комплексный анализ финансовой устойчивости лизингополучателя, оценивает уровень риска по сделке, по результатам которого принимается решение о заключении договора лизинга. Поскольку лизинговая сделка рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов, включающих финансовое положение клиента, характеристики и ликвидность предмета лизинга, а также иные факторы, влияющие на уровень риска и доходность по сделке, системный подход к управлению в данном случае является наиболее эффективным.

Применение процессного подхода

Деятельность лизинговой компании включает в себя совокупность бизнес-процессов, ориентированных на взаимодействие клиентского менеджера с потенциальным лизингополучателем. Среди основных задач можно выделить: подбор предмета лизинга, формирование коммерческого предложения, принятие решения по лизинговой сделке, процедура подготовки договорной базы по лизинговой сделке и другие этапы. Представленный перечень бизнес-процессов не является исчерпывающим, однако он демонстрирует сложность и многоэтапность общего операционного процесса работы лизинговой компании. Применение процессного подхода к управлению позволяют достигать существенного роста в эффективности. Во-первых, за счет обеспечения прозрачности операционной деятельности, что способствует сокращению времени на этапе принятия решения. Во-вторых, процессный подход позволяет идентифицировать элементы бизнес-процессов, подлежащих автоматизации, что в перспективе ведет к ускорению взаимодействия лизинговой компании со своими клиентами.

Применение цифрового подхода

Одним из ключевых направлений развития лизинговых компаний выступает цифровая трансформация операционной деятельности и клиентского сервиса. Переход к цифровой модели управления позволяет автоматизировать отдельные этапы реализации лизинговых сделок, повысить скорость обработки и качество анализа данных. Это позволит сократить время в части принятия управленческих решений руководством лизинговой компании. За счет автоматизации упрощается проведение аналитических процедур, запускаются новые продукты, например, цифровой лизинг, при котором существенно сокращается вовлечение и степень участия клиентского менеджера в процессе заключения лизинговой сделки.

Применение маркетингового подхода

Продвижение лизинговых продуктов требует от компании не только операционной, но и маркетинговой зрелости. Применение маркетингового подхода к управлению переводит фокус с простого предоставления финансирования на создание ценностного предложения для клиентов. В результате проведения сегментации клиентов – лизинговые компании разрабатывают нишевые лизинговые программы или продукты, необходимые для отдельных групп клиентов.

Заключение

Проведенное исследование подходов к управлению лизинговыми компаниями демонстрирует, что эффективность управления в данной отрасли во многом определяется комплексным использованием различных управленческих концепций. Анализ бизнес-процессов лизинговой компании показывает, что наибольшую результативность обеспечивает сочетание нескольких управленческих подходов. Системный подход способствует эффективному управлению рисками за счет комплексной оценки лизингополучателей, процессный - оптимизации внутренних бизнес-процессов, цифровой - повышению скорости операционных процессов, а маркетинговый -ориентации деятельности компании на потребности клиентов и развитию продуктовой линейки. Таким образом, управление лизинговой компанией предполагает применение различных управленческих подходов, каждый из которых направлен на решение отдельных задач, с которыми сталкивается лизинговая компания.

Вместе с тем, анализ рассмотренных управленческих подходов позволяет выявить ряд нерешенных проблем, которые могут стать сдерживающим фактором на этапе практической интеграции в деятельность лизинговой компании. Во-первых, сохраняется потребность в адаптации универсальных управленческих концепций к отраслевой специфике лизингового бизнеса. Например, в отличие от классического банковского кредитования, лизинговая деятельность сопряжена с необходимостью управления физическими активами на протяжении всего жизненного цикла договора лизинга. Это приводит к необходимости модернизировать существующие инструменты управления: развитие скоринговых моделей, учитывающих фактор остаточной стоимости и ликвидности предмета лизинга и пересмотр подходов к клиентской сегментации. Во-вторых, недостаточно изученным остается фактор готовности клиентов оформлять лизинговую сделку полностью в цифровом формате. Для большинства клиентов участие менеджера в лизинговом процессе остается критически важным. Это говорит о целесообразности реализовать поэтапную цифровизацию клиентского пути. На начальной стадии возможна реализация гибридной модели взаимодействия, предполагающей автоматизацию рутинных процедур при сохранении персонального контакта на сложных или высокорисковых этапах сделки. Затем, по мере накопления опыта и изменения поведенческих особенностей клиентов, оправдан переход к полностью цифровым платформам.

В этой связи перед исследователем в области развития подходов к управлению лизинговыми компаниями можно выделить ряд научно-практических задач. Разработать комбинаторную модель управления, адаптированной исключительно под управление лизинговой компанией. Для этого необходимо сформировать методологические подходы, позволяющие синхронизировать системный, процессный, цифровой и маркетинговый подходы в единую систему управления лизинговым бизнесом с дальнейшей апробацией на действующей лизинговой компании. Поиск и идентификация отдельных метрик, которые позволят оценить эффективность внедрения комбинаторной модели управления. Разработка и совершенствование методик оценки цифровой зрелости лизинговых компаний. Это необходимо для оценки готовности лизинговой компании к переходу на цифровую платформу и внедрению новых цифровых продуктов с минимальным участием менеджера. Дальнейшие исследования должны быть направлены на выявление факторов успешного внедрения управленческих подходов или решений в лизинговых компаниях. Например, отсутствие организационного сопротивления при внедрение новых подходов, развитие новых компетенций у сотрудников, рост общего уровня эффективности и другие.

Таким образом, можно отметить, что развитие гибридного подхода к управлению лизинговой компанией находится на стыке автоматизации бизнес-процессов и развития гибкого клиентского сервиса. Это позволит формировать научно обоснованную платформу для построения конкурентоспособной, технологически развитой модели управления в лизинговой отрасли.

Литература

1. Алёхин С. П. Системный подход к организации управления // Проблемы экономики и юридической практики. 2009. №2. С. 318-319.
2. Алибеков Ш.И., Кумышева М.М. Процессный и функциональный подходы к управлению: преимущества и недостатки // журнал «Управленческий учет». 2022. №9. С. 5-12.
3. Аржанов К. В. Цифровая трансформация на предприятиях Томской области // Вестник Томского государственного университета. 2023. №62. С. 45-60.
4. Бабурина Н.А., Муравьев Д.А., Захарова К.А. Системный подход к классификации мер государственной финансовой поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства в Российский Федерации // Ars Administrandi. 2024. №3. С. 368-392.
5. Барышников В.С. Особенности стратегического планирования в условиях цифровой трансформации бизнеса // Journal of monetary economics and management. 2024. №12. С. 228-233.
6. Елькина Е.Е. Цифровая культура: понятие, модели и практики // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. 2018. №2. С. 195-203
7. Ермилина Д.А. Моделирование бизнес-процессов как фактор повышения эффективности деятельности организации // Экономические системы. 2025. №1. С. 107-114.
8. Ефанов В. А. Стратегирование цифровой трансформации промышленного предприятия // Экономика промышленности. 2023. № 1. С. 95-104.
9. Жерегеля А. В. Управление бизнес-процессами организации в контексте цифровой трансформации // Управление. 2023. №1. С. 105-112.
10. Зеленцов А. Б. Процессный подход к управлению организацией // Вестник ОГУ. 2007. №10. С. 47-53.
11. Зингер О.А., Хохлова С.В. Особенности применения проектно-процессного подхода к управлению развитием производственных систем // журнал «Управленческий учет». 2023. №7. С. 215-221.
12. Кардапольцев К.В., Усольцев С.В. Особенности процессного подхода к управлению организацией // Economics. 2016. №5 С. 21–25.
13. Кизилов А.Н. Бизнес-консалтинг в системе управления организациями малого бизнеса // Учет и статистика. 2024. №1. С. 40-49.
14. Кириллова Т. В. Проблемы цифровой трансформации предприятий // Прогрессивная экономика. 2023. №7. С. 42-63
15. Коваленко В.В., Комендантов Г.А. Системный подход к управлению рисками: объединение стратегического управления и процессной интеграции с автономной системой // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2025. № 2. С. 98-105.
16. Конорева Т.В. Системный подход к управлению организацией // Вестник СИБИТа. 2013. №2. С. 17-21.
17. Королев В.Г. Бутов А.В. Организационная культура компании в эпоху цифровизации // Бюллетень науки и практики. 2019. №5. С. 276-284.
18. Креймер А.И. Цифровая трансформация и ее влияние на конкурентоспособность промышленного предприятия // Управленческий учет. 2022. №12. С. 741-746.
19. Кузнецова М.О. Особенности формирования стратегии цифровой трансформации: исследование российских промышленных предприятий // Экономические науки. 2021. №204. С. 99-105.
20. Махаев А. С. Особенности процессного подхода в управлении организацией // Форум молодых ученых. 2019. №6. С. 774-778.
21. Мизюн В.А. Интеллектуальное управление производственными системами и процессами: принципы организации и инструменты / В. А. Мизюн; Российская акад. наук, Самарский науч. центр. - Самара: 2012. - 213 с.
22. Минтуш О. В. Динамическая система управления организациями // Инновации и инвестиции. 2023. №4. С. 133-137
23. Ренкер К., Багиев Г. Л., Икрамов М. А. Маркетинговый подход к решению задач устойчивого управления бизнесом // Маркетинг. 2025. № 2. С. 3–15.
24. Руденко Л.Г., Вандышева М.Н. Системный подход в управлении организацией // Сила систем. 2017. №2. С. 6-12.
25. Спильниченко В.К., Кольцова Д.И. Ретроспективный анализ подходов к управлению организацией // Наука и искусство управления. 2024. №3. С. 83–101.
26. Трофимова Н. Н. Критические аспекты цифровой трансформации современных предприятий // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. №4. С. 44-49.
27. Тухканен Т.Н., Ал-ани Х. Процессный подход к управлению персоналом // Экономические науки. 2024. №4. С. 315-319.
28. Удалов О.Ф., Смолькин В.П., Гарнов А.П. Компетентностно-маркетинговый подход как основа методологии управления человеческим потенциалом организации // Научные исследования и разработки. Экономика фирмы. 2025. № 3. С. 106–112.
29. Фролов К. В. Понятие и сущность цифровизации и цифровой трансформации на основе фундаментальных и прикладных аспектов системно-кибернетической теории // π-Economy. 2024. №17. С. 7-26.

30. Халемский Д. Б. Системные подходы в управлении компетенциями персонала организации // НИР. Экономика фирмы. 2024. № 4. С. 34–40.

31. Цыцарова Н.М. Роль корпоративной культуры в цифровой трансформации организации // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2022. №2. С. 121-124.

Approaches to Leasing Company Management in the Context of Existing Challenges and Theoretical Management Concepts

Kosmachev V.R.
SPbGUPTD

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In the context of changes in the external environment and the digital transformation of the economy, the importance of studying organizational management approaches and identifying their optimal combinations to improve company performance is increasing. The article examines systemic, process, digital, and marketing approaches to organizational management, and analyzes the features of their application in leasing companies. The study is based on methods of literature analysis and synthesis, content analysis of theoretical management concepts, and structural-functional analysis of business processes. The study identifies the advantages and limitations of the considered management approaches and determines the most relevant approaches for key business processes of a leasing company. The results of the study can be used to improve the management system of leasing companies and enhance their operational efficiency.

Keywords: Organizational management, systemic, process-based, digital and marketing approaches in organizational management, leasing, leasing company management.

References

1. Alyokhin S. P. A systematic approach to management organization // Problems of economics and legal practice. 2009. No. 2. pp. 318-319.
2. Alibekov Sh.I., Kumysheva M.M. Process and functional approaches to management: advantages and disadvantages // Journal of Management Accounting. 2022. No. 9. pp. 5-12.
3. Arzhanov K. V. Digital transformation at enterprises of the Tomsk region // Bulletin of Tomsk State University. 2023. No. 62. pp. 45-60.
4. Baburina N.A., Muravyev D.A., Zakharova K.A. A systematic approach to classifying measures of state financial support for small and medium-sized businesses in the Russian Federation // Ars Administrandi. 2024. №3. pp. 368-392.
5. Baryshnikov V.S. Features of strategic planning in the context of digital business transformation // Journal of monetary economics and management. 2024. No.12. pp. 228-233.
6. Yelkina E.E. Digital culture: concept, models and practices // Information society: education, science, culture and technologies of the future. 2018. No. 2. pp. 195-203
7. Ermilina D.A. Modeling of business processes as a factor of increasing the efficiency of the organization // Economic systems. 2025. No. 1. pp. 107-114.
8. Efanov V. A. Strategizing the digital transformation of an industrial enterprise // Industrial economics. 2023. No. 1. pp. 95-104.
9. Zheregelya A.V. Management of business processes of an organization in the context of digital transformation // Management. 2023. No. 1. pp. 105-112.
10. Zelentsov A. B. Process approach to organization management // Bulletin of OSU. 2007. No. 10. pp. 47-53.
11. Singer O.A., Khokhlova S.V. Features of the application of the design and process approach to managing the development of production systems // journal "Managerial Accounting". 2023. No. 7. pp. 215-221.
12. Kardapoltsev K.V., Usoltsev S.V. Features of the process approach to organization management // Economics. 2016. No. 5. pp. 21-25.
13. Kizilov A.N. Business consulting in the management system of small business organizations // Accounting and statistics. 2024. No. 1. pp. 40-49.
14. Kirillova T. V. Problems of digital transformation of enterprises // Progressive Economics. 2023. No. 7. pp. 42-63
15. Kovalenko V.V., Komendantov G.A. A systematic approach to risk management: combining strategic management and process integration with an autonomous system // Bulletin of the S.Y. Witte Moscow University. Series 1: Economics and Management. 2025. No. 2. pp. 98-105.
16. Konoreva T.V. A systematic approach to organization management // West nickname SIBITa. 2013. No. 2. pp. 17-21.
17. Korolev V.G. Butov A.V. Organizational culture of the company in the era of digitalization // Bulletin of Science and Practice. 2019. No. 5. pp. 276-284.
18. Kramer A.I. Digital transformation and its impact on the competitiveness of an industrial enterprise // Managerial accounting. 2022. No. 12. pp. 741-746.
19. Kuznetsova M.O. Features of the formation of a digital transformation strategy: a study of Russian industrial enterprises // Economic sciences. 2021. No. 204. pp. 99-105.
20. Makhaev A. S. Features of the process approach in the management of an organization // The Forum of Young Scientists. 2019. No. 6. pp. 774-778.
21. Mizyun V.A. Intellectual management of production systems and processes: principles of organization and tools / V. A. Mizyun; Russian Academy of Sciences, Samara Scientific Center. Samara: 2012. - 213 p.
22. Mintush O. V. Dynamic management system of organizations // Innovations and investments. 2023. No. 4. pp. 133-137
23. Renker K., Bagiev G. L., Ikramov M. A. A marketing approach to solving the problems of sustainable business management // Marketing. 2025. No. 2. pp. 3-15.
24. Rudenko L.G., Vandysheva M.N. A systematic approach in organization management // The power of systems. 2017. No. 2. pp. 6-12.
25. Spilnichenko V.K., Koltsova D.I. A retrospective analysis of approaches to organization management // Science and art of management. 2024. No. 3. pp. 83-101.
26. Trofimova N. N. Critical aspects of the digital transformation of modern enterprises // Economics and management: problems, solutions. 2023. No. 4. pp. 44-49.
27. Tukhkanen T.N., Al-ani Kh. A process-based approach to personnel management // Economic sciences. 2024. No. 4. pp. 315-319.
28. Udalov O.F., Smolkin V.P., Garnov A.P. The competence-based marketing approach as the basis of the methodology for managing the human potential of an organization // Scientific research and development. The economics of the company. 2025. No. 3. pp. 106-112.
29. Frolov K. V. The concept and essence of digitalization and digital transformation based on fundamental and applied aspects of systemic cybernetic theory // pi-Economy. 2024. No. 17. pp. 7-26.
30. Khalemsky D. B. System approaches in the management of the competencies of the personnel of the organization // Research and development. The economics of the company. 2024. No. 4. pp. 34-40.
31. Tsitsarova N.M. The role of corporate culture in the digital transformation of an organization // Economics and Management: a scientific and practical journal. 2022. No. 2. pp. 121-124.

Пути снижения производственных затрат с помощью технологий цифровизации в уральском машиностроении

Гаврилов Денис Евгеньевич
к.э.н., доцент, Уральский государственный экономический университет, den_gav@mail.ru,

Леонова Лейла Борисовна
к.т.н., доцент, Уральский государственный экономический университет, lel.leo@mail.ru

В рамках «Стратегии национальной безопасности России» и «Концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2035 года» в качестве основной стратегической цели в нашей стране стоит поиск новой модели экономического роста или новой экономической доктрины. России нужна развитая промышленная база, опирающаяся на инновации, к таким отраслям относятся современное машиностроение.

В статье рассматриваются основные направления снижения производственных затрат на предприятиях Уральского машиностроения за счет внедрения цифровых технологий. Показано, что наибольший экономический эффект обеспечивают предиктивная аналитика, цифровые двойники, MES/ERP-интеграция, промышленный интернет вещей и автоматизация планирования производства. На основе региональных примеров Урала установлено, что цифровизация позволяет сокращать простои оборудования, уменьшать затраты на ремонт и сырье, повышать загрузку мощностей и производительность труда. Отдельно рассмотрены организационные барьеры и условия, при которых цифровые решения становятся не затратной инициативой, а инструментом устойчивого снижения себестоимости при стратегическом развитии предприятий.

Ключевые слова: цифровизация, машиностроение, производственные затраты, Урал, цифровой двойник, предиктивное обслуживание, себестоимость, промышленная эффективность.

В рамках «Стратегии национальной безопасности России» и «Концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2035 года» в качестве основной стратегической цели в нашей стране стоит поиск новой модели экономического роста или новой экономической доктрины [1-3]. По мнению С.В. Глазьева Россия сегодня находится в четвертом (с элементами пятого) технологическом укладе, поэтому она должна принять в качестве базовой концепции экономического развития необходимость развивать технологические отношения на уровне современных технологий, инноваций [4, 5]. В работе [4] он отмечает, что для успешного развития стране необходимо оценить свои перспективные направления развития нового технологического уклада и опережающим образом воплотить их с производство в промышленных масштабах. То есть России нужна развитая промышленная база, опирающаяся на инновации, к таким отраслям относятся современные машино- и приборостроение [5]. Данные отрасли могут стать ядром национальных инновационных систем.

Владельцами технологических знаний и интеграторами производства новой техники должны стать компании - инновационные лидеры [2].

Машиностроение одна из важнейших отраслей экономики страны. Она является не только драйвером ее роста, но и полигоном внедрения новых достижений НТП. По уровню развития данной отрасли, можно судить об уровне технического и технологического развития страны в целом. Внедрение современных технологий, особенно на платформе цифровизации является чрезвычайно важным и значимым для данной отрасли.

Машиностроение можно отнести к системообразующим отраслям России. По данным Росстата РФ доля машиностроения в ВВП страны составляет 10-12%. Доля его в ВРП Уральского региона составляет более 10 %. В то же время доля машиностроения в структуре промышленной продукции России достигает 1/5 части.

Что касается Уральского региона, то он специализируется на производстве продукции тяжёлого, транспортного, горнорудного, металлургического, химического и энергетического машиностроения. В условиях сложной геополитической ситуации и многочисленных санкций машиностроение испытывает некоторые сложности, например в доступе к рынкам сбыта и к новым технологиям. В этой связи как никогда встают вопросы, связанные с поисками новых путей развития и снижения издержек. И даже в таких сложных обстоятельствах продукция машиностроения архи востребована не только в России, но и за рубежом. Рынки сбыта в настоящее время переформатированы на восток и на внутреннее потребление. Сегодня предприятия машиностроения загружены на полную мощность. Уральские машиностроители, как известно, производят также продукцию специального назначения, которая востребована не только в зоне СВО, но и за рубежом.

Уральское машиностроение традиционно выступает одной из базовых отраслей промышленного комплекса России, а в последние годы оно стало одной из главных зон ускоренной цифровой трансформации. Давление со стороны роста издержек, дефицита кадров, необходимости импортозамещения и повышения надежности производственных цепочек усилило спрос на отечественные цифровые решения в промышленности Урала. В таких условиях цифровизация рассматривается не только как технологическое обновление, но и как способ системного снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Введение

Актуальность темы определяется тем, что в машиностроении значительная доля затрат формируется не только материалами и энергией, но и простоями, ремонтами, браком, потерями при планировании и низкой прозрачностью процессов. Следовательно, цифровые технологии дают эффект прежде всего через сокращение скрытых потерь и повышение управляемости производственной системы [8].

Цель статьи — выявить ключевые пути снижения производственных затрат в уральском машиностроении на основе цифровых технологий.

Для достижения цели поставлены следующие *задачи*:

• определить основные статьи затрат, на которые влияет цифровизация;

• описать наиболее результативные цифровые инструменты;

• показать практические эффекты внедрения цифровых решений на предприятиях Урала;

• обозначить ограничения и условия экономической эффективности.

Основная часть

Экономический эффект цифровизации в промышленности обычно проявляется по трем направлениям.

Во-первых, это снижение текущих эксплуатационных затрат за счет уменьшения простоев, аварий и перерасхода ресурсов.

Во-вторых, это уменьшение стоимости единицы продукции благодаря оптимизации планирования, загрузки оборудования и маршрутизации производственных операций.

В-третьих, это снижение совокупной стоимости владения производственной инфраструктурой за счет более точного технического обслуживания и повышения срока службы оборудования.

Для машиностроения особенно важны цифровые решения, которые позволяют перейти от реактивной модели управления к предиктивной и проактивной. В этом случае предприятие не устраняет последствия поломок, а предупреждает их, не ожидая роста косвенных потерь. Такой подход напрямую влияет на себестоимость, поскольку простои, срочные ремонты и нерациональное использование ресурсов становятся менее вероятными.

Основные пути снижения затрат сведем в таблицу.

Таблица

Способы снижения затрат с помощью цифровизации в машиностроении

Способ снижения затрат	Сущность способа	За счет чего достигается экономический эффект
Предиктивное обслуживание	Одним из наиболее эффективных инструментов снижения затрат является предиктивное обслуживание оборудования на основе анализа данных датчиков и машинного обучения. На уральских предприятиях подобные системы прогнозируют поломки по вибрации, температуре, влажности и иным параметрам, позволяя заранее планировать ремонт. В одном из промышленных кейсов на Урале такая система сократила простои на 30%, уменьшила затраты на срочный ремонт на 25% и повысила загрузку производства до 95% [9].	Экономический эффект здесь возникает за счет: • уменьшения внеплановых остановок; • снижения расходов на аварийное восстановление; • роста коэффициента использования оборудования; • более точного планирования запасных частей и ремонтного персонала.
Цифровые двойники и моделирование	Цифровые двойники позволяют создавать виртуальные модели изделий, узлов и производственных процессов. В уральском машиностроении это особенно полезно на стадиях проектирования, испытаний и настройки технологических режимов. Такой подход сокращает число физических прототипов, уменьшает затраты на переделки и ускоряет вывод продукции на рынок.	Цифровое моделирование также помогает выявлять узкие места производственной линии и заранее оценивать последствия изменения параметров. Это снижает риск дорогостоящих ошибок при запуске новой продукции и уменьшает объем брака на ранних стадиях освоения производства.
Автоматизация планирования	Автоматизированное планирование производства позволяет учитывать загрузку оборудования, наличие материалов, сроки поставок и приоритеты заказов. В региональной практике Урала подобные решения уже применяются для повышения точности выпуска и снижения потерь сырья. На одном из предприятий внедрение такой системы снизило потери сырья на 18%, увеличило производительность упаковочной линии на 22% и уменьшило расходы на сверхурочную работу на 15% [10].	Для машиностроения это означает: • сокращение незапланированных переналадок; • уменьшение складских излишков; • повышение ритмичности производства; • снижение затрат на срочные заказы и переработки.
Интеграция АСУ ТП, MES и ERP	Интеграция автоматизированных систем управления технологическими процессами, производственных систем управления и корпоративных ERP-платформ создает единое информационное пространство предприятия. Это повышает прозрачность затрат, позволяет видеть отклонения в реальном времени и быстрее реагировать на рост издержек. На Урале именно такие решения относят к ключевым направлениям цифровизации производств [11].	Эффект интеграции выражается в снижении административных потерь, более точном учете ресурсов, сокращении ручного ввода данных и уменьшении количества управленческих ошибок.
Промышленный интернет вещей и мониторинг	Системы промышленного интернета вещей обеспечивают непрерывный сбор данных с оборудования, линий и инженерной инфраструктуры. Это повышает точность диагностики и позволяет переходить к управлению на основе фактов, а не оценок. Для машиностроительных предприятий Урала мониторинг особенно ценен в условиях высокой капиталоемкости оборудования и дорогих простоев.	Мониторинг позволяет: • выявлять отклонения до возникновения аварии; • контролировать энергоэффективность; • снижать потери от недоиспользования мощностей; • повышать качество технического обслуживания.

Далее приведем данные практических исследований на Урале. Региональные материалы показывают, что цифровизация уже дает измеримые результаты. В машиностроении и на оборонных заводах Урала внедряются цифровое моделирование, автоматизация и системы мониторинга, что способствует снижению затрат, ускорению выпуска и улучшению качества продукции. Эксперты также отмечают, что в ряде случаев цифровые модели процессов обеспечивают до 30% снижения простоев [12].

На практике предприятия чаще всего получают экономию по следующим направлениям:

• ремонт и техническое обслуживание;
• сырье и материалы;
• энергия и коммунальные ресурсы;
• сверхурочная работа и неэффективная занятость;
• потери от брака и повторной обработки.

Важно, что эффект цифровизации не ограничивается единоразовым сокращением затрат. Если решение встроено в систему управления предприятием, оно дает накопительный результат, поскольку снижает совокупную стоимость владения активами и повышает устойчивость производственного процесса.

Несмотря на очевидные преимущества, цифровизация в Уральском машиностроении сталкивается с рядом барьеров [13].

К ним относятся:

- высокая стоимость внедрения,
- нехватка квалифицированных кадров,
- необходимость перестройки бизнес-процессов,
- опасения предприятий перед технологическими рисками.

Кроме того, часть организаций пока рассматривает цифровые проекты как ИТ-инициативу, а не как инструмент производственной экономики, что снижает их отдачу.

Сдерживающими факторами выступают также:

• разрозненность данных;
• недостаточная готовность оборудования к интеграции;
• слабая стандартизация производственных процессов;
• ограниченность инвестиций в промышленное ПО.

Чтобы цифровизация действительно снижала затраты, она должна внедряться поэтапно и с привязкой к конкретным экономическим показателям. Наиболее эффективна та стратегия, при которой предприятие сначала определяет проблемные зоны — простои, перерасход материалов, потери энергии, брак, срочные ремонты — а затем подбирает цифровой инструмент под конкретную задачу.

Наиболее важными условиями внедрения цифровизации являются:

• наличие измеримых KPI по затратам;
• интеграция цифровых решений в управленческий контур предприятия;
• подготовка персонала;
• ориентация на экономический результат, а не на формальное внедрение технологий.

Заключение

Анализ показывает, что в Уральском машиностроении цифровизация является одним из наиболее результативных путей снижения производственных затрат. Наибольший эффект дают предиктивное обслуживание, цифровые двойники, автоматизация планирования, интеграция производственных систем и промышленный мониторинг. Практика предприятий Урала подтверждает, что такие решения сокращают простои, уменьшают расходы на ремонт, сырье и сверхурочную работу, а также повышают загрузку мощностей.

Таким образом, цифровизация выступает не вспомогательным, а стратегическим механизмом повышения конкурентоспособности Уральского машиностроения в условиях роста издержек и технологической трансформации промышленности.

Литература

1. Бодрунов С.Д. Новое индустриальное общество: перезагрузка/ Монография/ - Изд. 2-е, исправленное и дополненное. – СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте. – 328 с.

2. Бодрунов С.Д. Концепция деятельности машиностроительного концерна в современных условиях/ С.Д. Бодрунов //Аэрокосмическое приборостроение России: сб. – Сер.1 !Экономика авиаприборостроения» - Вып. 9. – СПб.: НААП, 2009. – с. 30-64.

3. Бодрунов С.Д. Теория и практика импортозамещения: уроки и проблемы /С.Д. Бодрунов. Институт нового индустриального развития им. С.Ю. Витте. – М., СПб., 2015

4. Глазьев С.Ю. Новый курс: стратегия прорыва/С.Ю. Глазьев// Экономические стратегии. – 2014. – Т.16. № 1 (117). – с.6-15.

5. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса/ С.Ю. Глазьев. – М.: Экономика, 2010. – 255 с.

6. Афанасьев, А. А. Машиностроение современной России: от импортозамещения к политике технологического суверенитета / А. А. Афанасьев // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 8. – С. 4477-4500- [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://1economic.ru/lib/121295 (Дата обращения 05.05.2026)

7. Квинт В.Л. Стратегирование в современном мире/ В.Л. Квинт.- СПб.: РАНХ и ГС, 2014.

8. Цифровой Урал // Коммерсантъ Екатеринбург. 2025. - [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/7852633 (Дата обращения 08.04. 2026).

9. Цифровая трансформация // Эксперт-Урал. 2026. - [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://expert-ural.com/stories/cifrovaya-transformaciya.html (Дата обращения 08.04. 2026).

10. Урал готовится к новому этапу цифровой трансформации // Эксперт-Урал. 2025. - [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://expert-ural.com/archive/nomer-7-903/ural-gotovitsya-k-novomu-etapu-cifrovoy-transformacii.html (Дата обращения 08.04. 2026).

11. Влияние цифровых технологий на устойчивое развитие промышленного комплекса Уральского федерального округа // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. - [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-tehnologiy-na-ustoychivoe-razvitie-promyshlennogo-kompleksa-uralskogo-federalnogo-okruga/viewer (Дата обращения 10.04. 2026).

12. Почему уральские заводы и предприятия боятся перехода на цифру // Вечерние ведомости. 2024. [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: https://veved.ru/eburg/press/ekonomy-txt/199430-pochemu-uralskie-zavody-i-predprijatija-bojatsja-perehoda-na-cifru.html (Дата обращения 10.04. 2026).

13. Материалы о цифровой трансформации и снижении издержек в промышленности. [Электронный ресурс]. URL – Режим доступа: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ursmu.ru/userfiles/media/default/ugpd/ugpd-2022/sbornik-trudov-vserossiiskoi-naucno-prakticeskoi-konferen.pdf. (Дата обращения 10.04. 2026).

Ways to reduce production costs using digitalization technologies in the Ural machine-building industry

Gavrilov D.E., Leonova L.B.
Ural State Economic University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the key areas for reducing production costs at Ural mechanical engineering enterprises through the implementation of digital technologies. It demonstrates that the greatest economic benefits are achieved through predictive analytics, digital twins, MES/ERP integration, the Industrial Internet of Things, and automated production planning. Based on the Urals regional examples it was established that digitalization reduces equipment downtime, lowers repair and raw material costs, and increases capacity utilization and labor productivity. The organizational barriers and conditions under which digital solutions become not a costly initiative, but a tool for sustainable cost reduction in the strategic development of enterprises are separately examined.

Keywords: digitalization, mechanical engineering, production costs, Ural, digital twin, predictive maintenance, cost price, industrial efficiency.

References

1. Bodrunov S.D. New Industrial Society: Reboot / Monograph / - 2nd ed., revised and supplemented. - St. Petersburg: INID im. S.Yu. Witte. - 328 p.
2. Bodrunov S.D. Concept of Activities of a Machine-Building Concern in Modern Conditions / S.D. Bodrunov // Aerospace Instrument-Making of Russia: collection. - Series 1! Aircraft Instrument-Making Economy" - Issue 9. - St. Petersburg: NAAP, 2009. - pp. 30-64.
3. Bodrunov S.D. Theory and Practice of Import Substitution: Lessons and Problems / S.D. Bodrunov. Institute of New Industrial Development named after S.Yu. Witte. - Moscow, St. Petersburg, 2015
4. Glazyev S.Yu. New Course: Breakthrough Strategy/S.Yu. Glazyev// Economic Strategies. – 2014. – Vol. 16. No. 1 (117). – pp. 6-15.
5. Glazyev, S.Yu. Russia's Advanced Development Strategy in the Context of the Global Crisis/S.Yu. Glazyev. – Moscow: Economica, 2010. – 255 p.
6. Afanasyev, A.A. Mechanical Engineering of Modern Russia: From Import Substitution to the Policy of Technological Sovereignty/A.A. Afanasyev // Economy, Entrepreneurship, and Law. – 2024. – Vol. 14, No. 8. – pp. 4477-4500- [Electronic resource]. URL – Access mode: https://1economic.ru/lib/121295 (Accessed 05.05.2026)
7. Quint, V.L. Strategizing in the modern world / V.L. Quint. - St. Petersburg: RANEPA, 2014.
8. Digital Ural // Kommersant Yekaterinburg. 2025. - [Electronic resource]. URL - Access mode: https://www.kommersant.ru/doc/7852633 (Accessed on April 8, 2026).
9. Digital Transformation // Expert-Ural. 2026. - [Electronic resource]. URL - Access mode: https://expert-ural.com/stories/cifrovaya-transformaciya.html (Accessed on April 8, 2026).
10. Ural is preparing for a new stage of digital transformation // Expert-Ural. 2025. - [Electronic resource]. URL. Access mode: Available at: https://expert-ural.com/archive/nomer-7-903/ural-gotovitsya-k-novomu-etapu-cifrovoy-transformacii.html (Accessed on April 8, 2026).
11. The Impact of Digital Technologies on the Sustainable Development of the Industrial Complex of the Ural Federal District // Regional Economy and Management: Electronic Scientific Journal. – [Electronic resource]. URL. Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyh-tehnologiy-na-ustoychivoe-razvitie-promyshlennogo-kompleksa-uralskogo-federalnogo-okruga/viewer (Accessed on April 10, 2026).
12. Why Ural Plants and Enterprises Are Afraid of the Transition to Digital Technologies // Evening News. 2024. [Electronic resource]. URL. Access mode: https://veved.ru/eburg/press/ekonomy-txt/199430-pochemu-uralskie-zavody-i-predprijatija-bojatsja-perehoda-na-cifru.html (Accessed on April 10, 2026).
13. Materials on digital transformation and cost reduction in industry. [Electronic resource]. URL. Access mode: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ursmu.ru/userfiles/media/default/ugpd/ugpd-2022/sbornik-trudov-vserossiiskoi-naucno-prakticeskoi-konferen.pdf/ (Accessed on April 10, 2026).

Цифровые механизмы повышения качества научно-консультативных услуг в современном университете

Норбоева Нафиса Эркиновна
доцент кафедры «Цифровая экономика», Ташкентский государственный экономический университет, nafissne@gmail.com

Настоящая статья посвящена вопросам совершенствования учета научно-консультационных услуг в вузе на основе применения инновационных технологий. Автором на основе проведенного исследования предлагается разработка экосистемы вуза, базирующейся на цифровой платформе, передовых программных продуктах, предиктивной аналитике, которая позволит эффективно взаимодействовать со стейкхолдерами. Кроме того, в работе автором проанализированы результаты прогноза развития предлагаемой экосистемы, которые, по мнению автора, должны способствовать качеству подготовки высококвалифицированных специалистов и развитию коммуникаций с представителями практической сферы для развития экономики страны.

Ключевые слова: учет, качество научно-консультационных услуг, экосистема вуза, цифровая платформа, управление вузом, цифровые технологии, модели управления, эффективность.

Введение

Современные университеты являются не только кузницами высококвалифицированных специалистов, но и стартовыми площадками для запуска технологических стартапов, проведения научных исследований, развития креативной экономики и т.д. Современные вузы превращаются в огромные экосистемы, базирующиеся на использовании цифровых технологий, вносящие важный вклад в развитие экономики страны.

Совершенствование деятельности вузов в Республике Узбекистан базируется на выполнении таких нормативных документов, как Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по ее эффективной реализации (УП-6079 от 06.10.2020), Указ Президента РУз «О мерах по дальнейшему развитию сферы информационных технологий» (УП-5099 от 26.06.2020), Указ Президента РУз «О мерах по созданию условий для ускоренного внедрения технологий искусственного интеллекта» (УП-6241 от 17.02.2021), Постановление Президента РУз «О мерах по развитию цифровой экономики в Республике Узбекистан» (ПП-3832 от 03.07.2018), Постановление Президента РУз «О мерах по дальнейшему ускорению внедрения цифровых технологий на территориях, в отраслях и сферах экономики республики» (ПП-286 от 16.09.2025) [21].

В деятельности современного вуза большое значение приобретает взаимодействие с предприятиями и организациями практической сферы. Инновационное взаимодействие вузов сегодня осуществляется с помощью различных каналов коммуникаций. Данному аспекту деятельности вузов посвящен значительный круг научных работ отечественных и зарубежных авторов. В их число входят работы таких авторов, как А.Г. Аганбегян [1], А.А, Азаров, Е.В. Бродовская, В.А, Лукушин [2], Р.А. Амиров и его коллеги с различных вузов [3,4], Е.В. Андрюшина [5], Б.А. Бегалов [6], А.Г. Бермус [7], В.О. Грузинова [8], С.С. Гулямов [9], М.А. Давлатова, М.В. Сперанская [10], Р.А. Дадабаева [11], И.Е. Жуковская [12-14,20], Ю.П. Зинченко, В.В. Гриншкун, А.И. Савенков, Н.Д. Подуфалов [15], И.Н. Молчанов [16], В.А. Садовничий [17, 18] Ю.Ф. Тельнов, В.А. Казаков, А.В. Данилов А.В. [19] и др. Но, не смотря на значительный круг научных исследований, вопросы влияния цифровых механизмов на повышение качества научно-консультативных услуг в вузах пока ещё полностью не изучены и представляют большой научный и практический интерес для их дальнейшего изучения. В этой связи автором настоящей работы рассматривается собственная точка зрения по данному вопросу, основанная на применении цифровых механизмов для организации коммуникации между вузами и внешними индустриальными партнерами по организации научно-консультационных услуг профессорско-преподавательским составом вуза.

Материалы, методы, результаты

Современное высшее образование из года в год претерпевает значительные изменения, вызванные развитием цифровой среды, необходимостью прочного сотрудничества между вузами и представителями практической сферы, постоянным развитием инноваций и современных вызовов. Очень четко значение образования в современном мире определил Академик РАН А.Г. Аганбегян: «С позиции перспектив самой главной отраслью для человеческой цивилизации является образование. Оно становится основным источником социально-экономического развития, определяя в будущем на 50% развитие и совершенствование общества» [1].

Современные вузы обладают значительным потенциалом, который позволяет не только осуществлять образовательную деятельность, но и проводить аналитические исследования, опытно-конструкторские разработки, осуществлять консультационные услуги.

Важное значение имеет грамотный и объективный учет выполняемых вузами научно-технических разработок и консультационных услуг.

Как показывает практика, в современный период каждый вуз осуществляет такой учет в основном на базе собственных разработок или с помощью таких инструментов, как Microsoft Excel. Что не всегда позволяет вести точный учет выполненных научно-конструкторских разработок и консультационных услуг и требует применения цифровых технологических решений.

При написании настоящей статьи автором были использованы такие методы, как сравнительный анализ, синтез, проведение опросов, метод экспертных оценок, методы работы с цифровыми платформами и каналами связи и обобщение полученных результатов.

Применение данных методов позволило выявить, что в настоящее время эффективным механизмом в развитии вузов являются цифровые экосистемы [2,12]. С помощью цифровых платформ и сервисов цифровые экосистемы позволяют оптимизировать деятельность вузов в тесном взаимодействии с представителями практической сферы.

Обобщенно экосистему можно представить, как совокупность разработчиков, различных компаний, функционирующих на экономическом рынке, широкого круга пользователей. С точки зрения вуза экосистему можно представить в виде схемы, представленной на рисунке 1 (рис. 1).

Как видно из рис.1. в основе университетской цифровой экосистемы находится единая цифровая платформа, обеспечивающая хранение и обмен информацией между большим количеством различных категорий пользователей. Цифровая платформа, позволяющая координировать спрос и предложение на рынке научных услуг, автоматизировать договорные отношения, осуществлять мониторинг научных проектов в режиме реального времени и ускорять процессы коммерциализации научных разработок.

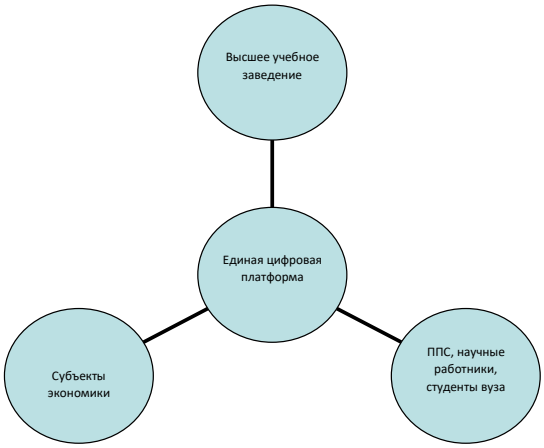


Рис. 1. Обобщенная структура университетской цифровой экосистемы
Источник: разработано автором

Представленная на рис 1. модель цифровой экосистемы основана на сотрудничестве трех основных составляющих. Первой составляющей служит вуз, который выступает в качестве основного институционального центра для проведения научных исследований, аналитических разработок и оказания консультационных услуг. Высшие учебные заведения разрабатывают научно обоснованные решения, необходимые для реального сектора, создавая научные знания, методологические подходы и инновационные идеи. В то же время высшие учебные заведения служат основной платформой, обладающей интеллектуальным потенциалом, научной инфраструктурой и экспертными ресурсами, необходимыми для реализации научных проектов.

Как явствует из рис. 1, второй составляющей являются хозяйствующие субъекты, являющиеся основными заказчиками научно-технических и консультационных услуг. Предприятия реального сектора нуждаются в научно-исследовательских и аналитических консультационных услугах в процессе повышения эффективности производства, внедрения инновационных технологий, проведения анализа рынка и принятия стратегических управленческих решений. Таким образом, хозяйствующие субъекты выступают в качестве основных экономических агентов, формирующих спрос на научно-технические разработки и консультационные услуги. Их активное участие на рынке научных услуг способствует ускорению процесса коммерциализации научных разработок.

Третья составляющая – это ППС, научные работники, студенты, являющиеся важным структурным элементом экосистемы как интеллектуальные ресурсы, непосредственно реализующие научные проекты. Студенты и молодые исследователи активно участвуют в реализации научных проектов посредством научных исследований, экспериментальных работ и аналитических разработок. Одновременно их вовлечение в научную деятельность создает важные условия для развития научного потенциала, подготовки новых научных кадров и формирования инновационных идей. В результате этой трехсторонней модели сотрудничества, интегрированной посредством цифровой платформы, эффективность рынка научных услуг значительно повысится [10,11].

Сотрудничество между этими субъектами осуществляется через единую цифровую платформу. Платформа позволяет координировать спрос и предложение на рынке научно-консультационных услуг, регистрировать заказы, автоматизировать договорные отношения и контролировать реализацию проектов [4, 14]. В рамках платформы все операции хранятся в единой базе данных и систематически анализируются, что повышает прозрачность и эффективность научного сотрудничества. В результате снижается информационная асимметрия на рынке научных услуг, уменьшаются транзакционные издержки и расширяются возможности внедрения научных разработок в соответствии с потребностями реального сектора. В целом, предложенная модель цифровой экосистемы университеты – бизнес – студент/исследователь проявляется как важный институциональный механизм в развитии рынка научно-консультационных услуг. Эта модель служит для укрепления сотрудничества между научными организациями, бизнес-субъектами и исследователями, ускорения процесса коммерциализации научных разработок и формирования эффективной цифровой инфраструктуры для повышения экономической эффективности научной деятельности.

Процессы цифровой трансформации создают дополнительные возможности для дальнейшего совершенствования этой системы. В частности, цифровые технологии коренным образом меняют организационную структуру рынка научных услуг, выводя сотрудничество между субъектами на новый уровень [14,17]. Большие объемы данных, генерируемые цифровыми платформами, позволяют анализировать эффективность научных услуг на основе эконометрических моделей и принимать решения в области управления, основанные на данных. Особое значение в этом процессе имеет концепция цифровой экосистемы [15,19].

Цифровая экосистема формирует среду взаимоинтегрированного сотрудничества между научными организациями, хозяйствующими субъектами, финансовыми институтами и государственными структурами, позволяя создавать научные разработки, коммерциализировать их и управлять экономической эффективностью в едином информационном пространстве. В такой экосистеме рынок научных услуг управляется через цифровые платформы, осуществляется мониторинг научных проектов, а взаимосвязь между качеством научных услуг и финансовыми результатами оценивается с помощью эконометрических методов. В результате на рынке научных услуг формируется новая институциональная среда, основанная на принципах цифрового управления.

В то же время, смарт-контракты на основе технологии блокчейн позволяют автоматизировать договорные отношения в сфере научно-консультационных услуг, ускорить процессы оплаты и снизить транзакционные издержки. Смарт-контракты повышают уровень прозрачности и доверия на рынке научных услуг, снижая институциональные риски, возникающие при реализации научных проектов. В результате ускорится коммерциализация научных разработок, а сотрудничество между экономическими высшими учебными заведениями и реальным сектором будет развиваться более устойчиво [6,18]. В этой связи разработка интегрированной модели, основанной на цифровой экосистеме, эконометрическом анализе и технологиях смарт-контрактов, в развитии научно-консультативных услуг между экономическими высшими учебными заведениями и реальным сектором имеет важное научно-практическое значение. Эта модель служит методологической основой для обеспечения институционального развития рынка научных услуг, ускорения процесса коммерциализации научных разработок и повышения экономической эффективности научной деятельности.

В общем виде структуру платформы можно представить в виде следующей схемы (рис.2).

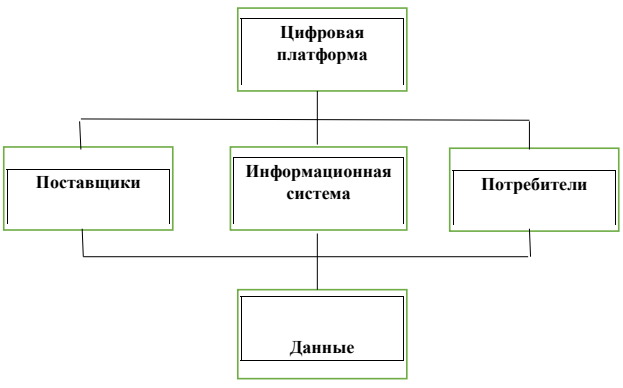


Рис.2. Основные структурные компоненты цифровой платформы совместного пользования
Источник: разработано автором

Цифровая платформа совместного использования представляет собой многоуровневую систему, которая объединяет множество ресурсов, участников, цифровые механизмы, обеспечивающие эффективное взаимодействие в условиях цифровой эпохи.

В ходе исследования автором была разработана эконометрическая модель для оценки влияния качества научных и консультационных услуг, активности платформы и транзакционных издержек на финансовую стабильность высшего учебного заведения.

$FS_t=\beta_0+\beta_1 XSI_t+\beta_2 DC_t+\beta_3 TC_t+\beta_4 NC_t+\varepsilon_t$ (1)

Данная модель позволяет провести всестороннюю оценку влияния качества научно-консультационных услуг, активности цифровой платформы, транзакционных издержек и количества научных контрактов на финансовую стабильность вуза.

В процессе инновационного развития научные знания и технологические разработки проявляются как важный фактор экономического роста, а их практическое применение неразрывно связано с потребностями реального сектора. В этой связи для эффективной организации рынка научно-консультационных услуг важно сформировать модель цифровой экосистемы, обеспечивающую взаимодействие между высшими учебными заведениями, хозяйствующими субъектами и научными исследователями.

Прогнозирование является важным инструментом для определения будущих тенденций развития рынка научных услуг, оценки уровня коммерциализации научных разработок и принятия стратегических управленческих решений. Поэтому в рамках данного исследования был разработан прогноз развития рынка научно-консультационных услуг на период 2026-2030 годов на основе эконометрических моделей.

В процессе прогнозирования для оценки динамики объема научно-консультационных услуг можно использовалась эконометрическую модель, основанную на анализе временных рядов. Эта модель позволяет определить будущие тенденции роста на основе исторических данных рынка научных услуг. Общий вид модели временных рядов выглядит следующим образом:

$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{\rho} \emptyset_i Y_{t=i} + \varepsilon_t$,

где:

Y_t – объем научных и консультационных услуг или показатель дохода;

α – постоянный параметр модели;

$\emptyset_i$ – коэффициент временного ряда;

ε_t – случайная ошибка

На основе этой модели можно оценить перспективы будущего развития рынка научно-консультационных услуг по трем основным сценариям: оптимистическому, реалистичному и консервативному. Оптимистический сценарий характеризуется активным внедрением цифровых платформ, систем маркетплейсов научно-консультационных услуг и технологий смарт-контрактов. В этом случае, в результате полного формирования цифровой экосистемы на рынке научных услуг, уровень коммерциализации научных разработок значительно возрастет. Спрос на научные услуги со стороны предприятий реального сектора увеличится, а количество научных проектов будет демонстрировать устойчивую тенденцию роста. В результате будет сформирован высокий среднегодовой темп роста рынка научно-консультационных услуг.

Реалистичный сценарий предполагает постепенное внедрение процессов цифровой трансформации при сохранении текущих тенденций развития рынка научных и консультационных услуг.

В этом случае темпы роста рынка научных услуг будут стабильными, а процессы коммерциализации научных разработок будут развиваться постепенно. Сотрудничество между высшими учебными заведениями и реальным сектором будет укрепляться, но процессы внедрения инновационных технологий займут некоторое время.

Консервативный сценарий представляет ситуацию, в которой процессы цифровой трансформации на рынке научных услуг будут медленными, и будут существовать институциональные барьеры для внедрения инновационных механизмов. В таких условиях темпы роста рынка научных и консультационных услуг будут относительно низкими, а процессы коммерциализации научных разработок могут замедлиться. В результате экономическая эффективность рынка научных услуг сформируется на низком уровне.

Результаты прогнозирования показывают, что внедрение модели цифровой экосистемы значительно повысит темпы развития рынка научно-консультационных услуг. В частности, комплексное использование цифровых платформ, модулей эконометрического анализа и технологии смарт-контрактов ускорит коммерциализацию научных разработок и повысит экономическую эффективность рынка научных услуг.

Таким образом, использование полного комплекса цифровых механизмов способствует эффективной организации учета выполненных разработок и осуществлению научного консультирования на основе применения маркетинговых стратегий, защиты персональных данных, сквозной аналитики и т.д.

Заключение

Современная действительность показывает, что в условиях цифровой трансформации происходит и трансформация вузовской системы, наблюдается переход к экосистемному подходу, цифровому консультированию, внедрению передовых технологий. которые позволяют связать научные и консалтинговые услуги в едином информационном контуре, где точно и быстро обрабатываются огромные массивы информации с помощью экономико-математических методов, средств предиктивной аналитики, инновационных программных продуктов и цифровых технологий. В тоже время, вузы получают возможность тестировать свои научные разработки в реальном секторе экономики, что в конечном итоге способствует интеграции образования и практической сферы, итогом которой является подготовка специалистов под запросы конкретных отраслей и сфер экономики страны.

Литература

1. Аганбегян А.Г. О приоритетах социальной политики. Москва: Дело. 2018, 509 с.
2. Азаров А. А., Бродовская Е. В., Лукушин В. А. Совершенствование системы управления цифровой инфраструктурой университета: практика сетевого анализа // Высшее образование в России. 2023. Т. 32, № 2. С. 61–79. DOI 10.31992/0869-3617-2023-32-2-61-79. EDN OVKPFI.
3. Амиров Р.А., Жуковская И.Е., Амиров А.Т., Магомедбеков Г.У. Человеческий капитал как драйвер эффективного развития регионов России в условиях цифровой экономики // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2025. Т.18. №4 (87). С. 150-166.
4. Амиров Р.А., Жуковская И.Е. Формирование инновационной стратегии университета в условиях цифровой экономики // Экономическая наука современной России. 2026. №2(29). С. 147-162.
5. Андрюшина Е. В. Перспективы формирования россиецентристской модели высшего образования // Государственное управление: электронный вестник. 2024. № 104. https://doi.org/10.55959/MSU2070-1381-104-2024-7-17.
6. Бегалов Б.А., Жуковская И.Е. Современные возможности искусственного интеллекта и экономический рост // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2025.№4. С. 167-173.
7. Бермус А.Г. Проблемы и перспективы постболонского реформирования системы высшего образования в России: теоретический обзор // Педагогика. Вопросы теории и практики, 10(1), 43–51.
8. Грузинова, В.О. Проблемы управления проектами стратегического развития образовательных организаций высшего образования на примере государственной программы «Приоритет-2030» и федерального проекта «Передовые инженерные школы» // Прогрессивная экономика, 2024. №6. С. 127–145. https://doi.org/10.54861/27131211_2024_6_127.
9. Гулямов С.С. Современные критерии оценки внедрения систем искусственного интеллекта в высшем образовании Республики Узбекистан. В сборнике: Современные проблемы социально-экономических систем в условиях глобализации. Сборник научных трудов XVIII Международной научно-практической конференции. Белгород, 2024. С.14-17.
10. Давлатова М.А., Сперанская М.В. Промпт-инжиниринг как ключевая компетенция в образовании: сущность, особенности и подходы к оцениванию // Высшее образование в России. 2026. Т. 35, № 2. С. 53–73. DOI: 10.31992/0869-3617-2026-35-2-53-73.
11. Дадабаева Р.А., Жуковская И.Е. Вопросы применения технологий искусственного интеллекта в менеджменте экономических объектов // Инновации и инвестиции. 2024. №11. С. 511-515.
12. Жуковская И.Е. Цифровые компетенции как неотъемлемая часть подготовки специалистов в условиях современных вызовов // Открытое образование. 2025. Т.29, № 5, С.12-21. https://doi.org/10.21686/1818-4243-2025-5-12-21.
13. Жуковская И.Е. Болонская система в Республике Узбекистан: мониторинг и текущие тенденции // Современная Европа. 2025. №3 (131).С. 173-187.
14. Жуковская И.Е. Взаимодействие инновационных инфраструктур университетов и промышленных предприятий как единой экосистемы // Ars Administrandi (Искусство управления). 2025. Т.12.№4.С.650-671.
15. Зинченко, Ю.П., Гриншкун, В.В., Савенков, А.И., Подуфалов, Н.Д. Об актуальных направлениях и первоочередных тематиках психо-

логических и психофизиологических исследований в области образования в условиях современного социума // Вестник Московского университета. 2025. Серия 20. Педагогическое образование, № 3 (23). С. 9–41. https://doi.org/10.55959/LPEJ-25-13.

16. Молчанов, И.Н. Актуальные направления развития системы высшего образования в России // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование, 2026. 24(2). С. 33–57. https://doi.org/10.55959/LPEJ-26-08.

17. Садовничий В.А. Российские университеты как ключевой элемент подготовки кадров для обеспечения технологического суверенитета страны // Вестник Российской академии наук. 2024. Т. 94. № 3. С. 192-199.

18. Садовничий В.А. Высшая школа России: вектор развития // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2023. №2. С.5-11.

19. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.А., Данилов А.В. Проектирование многоагентной системы сетевого предприятия // Бизнес-информатика. 2024. Т. 18. № 3. С. 70–86. DOI: 10.17323/2587-814X.2024.3.70.86.

20. Zhukóvskaya I.E., Espinel Suares A. Directrices y parámetros de la cooperación entre Rusia y Colombia en el ámbito educativo // Iberoamerica. 2025. № 3. С. 135-156.

21. https://lex.uz/ru/ - Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан.

Digital mechanisms for improving the quality of scientific consulting services in a modern university

Norboeva N.E.
Tashkent State University of Economics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines ways to improve the accounting of research and consulting services at a university through the use of innovative technologies. Based on the research conducted, the author proposes developing a university ecosystem based on a digital platform, advanced software products, and predictive analytics, which will enable effective stakeholder engagement. Furthermore, the author analyzes the results of a forecast for the development of the proposed ecosystem, which, in the author's opinion, should contribute to the quality of training highly qualified specialists and the development of communications with practitioners for the development of the country's economy.

Keywords: accounting, quality of scientific consulting services, university ecosystem, digital platform, university management, digital technologies, management models, efficiency.

References

1. Aganbegyan A.G. On the priorities of social policy. Moscow: Delo. 2018, 509 p.
2. Azarov A. A., Brodovskaya E. V., Lukushin V. A. Improving the University Digital Infrastructure Management System: Network Analysis Practice // Higher Education in Russia. 2023. Vol. 32, No. 2. Pp. 61–79. DOI 10.31992/0869-3617-2023-32-2-61-79. EDN OVKPFI.
3. Amirov R.A., Zhukovskaya I.E., Amirov A.T., Magomedbekov G.U. Human capital as a driver of effective development of Russian regions in the context of the digital economy // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2025. Vol. 18, No. 4(87). P. 150–166. https//:doi.org/10.53914/issn2071-2243_2025_4_150–166.
4. Amirov R.A., Zhukovskaya I.E. Formation of an innovative strategy for a university in the context of the digital economy // Economic science of modern Russia. 2026. No. 2 (29). P. 147-162.
5. Andryushina E. V. Prospects for the Formation of a Russia-Centric Model of Higher Education // Public Administration: Electronic Bulletin. 2024. No. 104. https://doi.org/10.55959/MSU2070-1381-104-2024-7-17.
6. Begalov B.A., Zhukovskaya I.E. Modern capabilities of artificial intelligence and economic growth // RISK: Resources, Information, Supply, Competition. 2025. No. 4. P. 167-173.
7. Bermus A.G. Problems and prospects of post-Bologna reform of the higher education system in Russia: a theoretical review // Pedagogy. Theoretical and Practical Issues, 10(1), 43–51.
8. Gruzinova, V.O. Problems of managing projects for strategic development of higher education organizations using the example of the state program “Priority 2030” and the federal project “Advanced Engineering Schools” // Progressive Economy, 2024. No. 6. P. 127–145. https://doi.org/10.54861/27131211_2024_6_127.
9. Gulyamov S.S. Modern criteria for assessing the implementation of artificial intelligence systems in higher education of the Republic of Uzbekistan. In the collection: Modern problems of socio-economic systems in the context of globalization. Collection of scientific papers of the XVIII International scientific and practical conference. Belgorod, 2024. pp. 14-17.
10. Davlatova M.A., Speranskaya M.V. Industrial engineering as a key competence in education: essence, features and approaches to assessment // Higher education in Russia. 2026. Vol. 35, No. 2. Pp. 53–73. DOI: 10.31992/0869-3617-2026-35-2-53-73.
11. Dadabaeva R.A., Zhukovskaya I.E. Issues of application of artificial intelligence technologies in management of economic objects // Innovations and investments. 2024. No. 11. P. 511-515.
12. Zhukovskaya I.E. Digital competencies as an integral part of training specialists in the context of modern challenges // Open education. 2025. Vol. 29, No. 5, pp. 12-21. https://doi.org/10.21686/1818-4243-2025-5-12-21.
13. Zhukovskaya I.E. Bologna system in the Republic of Uzbekistan: monitoring and current trends // Modern Europe. 2025. No. 3 (131). P. 173-187.
14. Zhukovskaya I.E. Interaction of innovative infrastructures of universities and industrial enterprises as a single ecosystem // Ars Administrandi (The Art of Management). 2025. Vol. 12. No. 4. P. 650-671.
15. Zinchenko, Yu.P., Grinshkun, V.V., Savenkov, A.I., Podufalov, N.D. On current directions and priority topics of psychological and psychophysiological research in the field of education in the context of modern society // Bulletin of Moscow University. 2025. Series 20. Pedagogical education, No. 3 (23). P. 9–41. https://doi.org/10.55959/LPEJ-25-13.
16. Molchanov, I.N. Current directions of development of the higher education system in Russia // Bulletin of Moscow University. Series 20. Pedagogical education, 2026. 24(2). Pp. 33–57. https://doi.org/10.55959/LPEJ-26-08. Rabadanov M.Kh. University education in the region: current state and prospects. – Makhachkala: DSU, 2022. – 415 p.
17. Sadovnichy V.A. Russian universities as a key element in training personnel to ensure the country's technological sovereignty // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2024. Vol. 94. No. 3. P. 192-199.
18. Sadovnichy V.A. Higher school in Russia: development vector // Bulletin of the Voronezh State University. Series: Problems of Higher Education. 2023. No. 2. P. 5-11.
19. Telnov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V. Design of a multi-agent system for a networked enterprise // Business Informatics. 2024. Vol. 18. No. 3. Pp. 70–86. DOI: 10.17323/2587-814X.2024.3.70.86.
20. Zhukóvskaya I.E., Espinel Suares A. Directrices y parámetros de la cooperación entre Rusia y Colombia en el ámbito educativo // Iberoamerica. 2025. No. 3. P. 135-156.
21. https://lex.uz/ru/ - National database of legislation of the Republic of Uzbekistan.

Разработка стратегии конкурентной борьбы предприятия

Проскурин Сергей Александрович
студент, Самарский университет

Статья предполагает анализ и разработку стратегии по улучшению конкурентоспособности предприятия. Данное исследование проведено для анализа актуальных научных концепций и подходов к оценке конкурентной среды и удержания конкурентных преимуществ. Изучены основные теоретические взгляды на стратегическое управление в рамках рыночной конкуренции.
Ключевые слова: Стратегия, конкурентоспособность, рыночная конкуренция, многоугольник конкурентоспособности, компания.

Современная экономика представляет собой постоянный уровень динамизма, неопределенности и сложности понятия, что в свою очередь делает вопрос разработки стратегии конкурентной борьбы одним из наиболее сложных вопросов выживания и развития практически любого предприятия.

Исходя из того, что традиционные источники конкурентного преимущества постоянно нивелируются, а границы рынков размываются под влиянием цифровизации, изменения потребительских предпочтений и глобализации, фирмам нужно учитывать не просто быстрое реагирование на действия конкурентов, но и хорошо обоснованное стратегическое видение.

В данном контексте стратегия конкурентной борьбы выступает не статичным набором различных предположений, а сложную систему управленческих решений, направленных на обеспечение устойчивых позиций компании на рынке, максимизацию его рыночной доли и создание уникальной цены для клиента, которую конкуренты не смогут повторить или уменьшить.

Успехом будет считаться способность руководства объединить внешние рыночные возможности с внутренними особенными компетенциями организации, опираясь на аналитику и проверенные временем теоретические концепции.

Теоретическая дискуссия конкурентной борьбы предприятий длится уже длительное время и претерпел серьезную эволюцию на протяжении последних десятилетий. Если классическая экономическая теория, опирающаяся на труды Адама Смита и Давида Рикардо рассматривает конкуренцию в основном через призму ценовых механизмов, сравнительных преимуществ и совершенной конкуренции, то нынешний стратегический менеджмент изменил свое внимание на создание барьеров для входа, управление уникальными ресурсами и формирование власти рынка.

Обратимся к авторам, которые внесли важнейший вклад в это понимание. Одним из таковых был Йозеф Шумперт, введя концепцию «созидательного разрушения», исходя из которой, настоящая конкуренция заключалась не в снижении цен, а в внедрении новых товаров, методов производства и освоении абсолютно новых рынков. Отметим также тот факт, что наибольшую ценность познания современного стратегического анализа до сих пор представляют работы Майкла Портера, который систематизировал подходы к конкурентной борьбе. В своих работах он писал: «Сущность стратегии заключается в выборе того, что делать, а что не делать» [4, с. 402].

Портер выделял три основополагающие стратегии:
- лидерство по издержкам;
- дифференциация;
- фокусирование.

В ныне существующих условиях, чистые формы данных стратегий встречаются максимально редко, и компаниям приходится искать гибридные решения, балансируя между операционной эффективностью и уникальностью потребительского предложения [1, с.287].

Отмечая рыночное позиционирование, огромное значение приобрела ресурсная концепция, разработанная трудами Джея Барни. Барни обосновал, что устойчивое конкурентное преимущество достигается не только за счет хорошей позиции на внешнем рынке, но и за счет владения и учета внутренних ресурсов, обладающих четырьмя характеристиками.

Данная концепция стала основой для создания VRIO-анализа, который стал частью внутренней диагностики предприятия. Использование указанного метода позволяет менеджменту убрать те ресурсы и компетенции, которые легко копируются конкурентами.

Отмечая нынешние условия, скажем о том, что конкурентная борьба постоянно претерпевает изменения, при которых классические подходы уже не столь рациональны. Статичное позиционирование сменяет теория динамических способностей, отмеченная в работах Д. Тиса. Согласно его мышлению, в условиях нестабильности рынка выигрывает не тот, у кого много ресурсов, а тот, кто быстрее может адаптироваться к изменениям рынка.

Также, параллельно создается экосистемная стратегия, исходя из которой, конкуренция все чаще идет не между отдельными компаниями, а между целыми сетями и платформами.

Процесс разработки стратегии конкурентной борьбы буквально невозможен без постоянной и многоуровневой диагностики внешней и внутренней среды. Для подобных целей используется большой спектр аналитических инструментов.

Так, получаем, одним из основных анализов является анализ макросреды, для которого классическим, но постоянно модифицируемым инструментом является PEST-анализ, расширяющийся в современной практике до PESTEL-анализа за счет включения экологических и правовых факторов.

Также отметим, что в нынешней управленческой практике данный метод не должен сводиться к перечислению макроэкономических показателей. Ценность данного подхода раскрывается тогда, когда происходит оценка степени и вероятности влияния каждого фактора на конкретную отрасль.

В качестве анализа конкурентного окружения и оценки структурной привлекательности отрасли используется модель 5 сил Майкла Портера. Данный инструмент позволяет оценить интенсивность конкуренции не только между уже существующими и постоянными игроками на рынке, но и со стороны угроз появления новых конкурентов на рынке. Также он позволяет оценить угрозы со стороны товаров-заменителей и рыночную власть поставщиков и клиентов [2, с. 134].

Применение данной модели требует углубленного понимания отрасли. В современном мире и уже существующих цифровых традиционных границах, быстро размываются, и угроза может прийти от фирмы конкурента, которая формально не является прямым конкурентом, но обладает схожей клиентской базой, большими финансовыми резервами и технологическим преимуществом.

Именно поэтому, современный анализ 5 сил Портера дополняется еще картографированием заинтересованных сторон и анализом тех эффектов, которые могут ежеминутно изменить баланс сил в отрасли, превращая рынок в ту ситуацию, когда победитель получает всех клиентов и все ресурсы.

Отметим один из основных методов в оценке конкурентных позиций компании. Это место занимает метод многоугольника конкурентоспособности, также известный как радарная диаграмма или лепестковая диаграмма. Этот инструмент позволяет провести полноценное сравнение фирмы с ключевыми конкурентами с учетом важных успехов в отрасли [7, с. 641].

К таковому примеру можно отнести цену, качество продукта, инновационность, эффективность деятельности, финансовую устойчивость и квалификацию персонала. Так, каждому параметру присваивается балльная оценка либо по шкале от 1 до 5, либо от 1 до 10 на основе экспертных оценок, далее построенные многоугольники накладываются друг на друга на одной плоскости.

Визуальная наглядность позволяет мгновенно выявить слепые зоны предприятия и те места, где конкуренты имеют сильное преимущество. Метод многоугольника особенно эффективен при проведении регулярного мониторинга, позволяя отслеживать динамику изменения конкурентных позиций во времени и оценивать эффективность реализованных стратегических инициатив.

Создание серии взвешенных многоугольников за разные временные отрезки позволяет наглядно отследить изменения в конкурентной борьбе. Это дает возможность увидеть, как управленческие решения влияют на отставание или приближение к лидерам рынка [3, с. 98].

Так, в качестве примера составления многоугольника конкурентоспособности рассмотрим компанию ООО «АВМ-Рециклинг» из города Самара. Компания уже более 10 лет занимается приемом черного и цветного металла на рынке Самары и Самарской области. Раздадим параметры и оценим фирму по 10-балльной шкале. После сделаем итоговый вывод.

Таблица 1

Сравнение компаний на рынке лома Самарской области

Фактор конкурентоспособности	Название компании/балл			
Показатель	«АВМ-Рециклинг»	«ВТОР-ГРУПП»	«АКРОН»	«АСМЕТ»
Качество услуг	7	8	6	6
Качество обслуживания	8	8	7	5
Ассортимент услуг	6	7	8	5
Стратегия маркетинга	5	7	10	7
Продвижение услуг	6	7	9	6
Репутация и узнаваемость	4	7	8	3
Финансовое состояние	8	8	5	6
Ценовая политика	9	7	5	5
Квалификация персонала	6	7	7	5
Удовлетворенность персонала	8	6	4	5
Качество управления	7	6	4	6
Итого	74	78	73	59

Оценка проводится на экспертной основе по 10-ти балльной шкале, где 10 баллов -это наивысший результат.

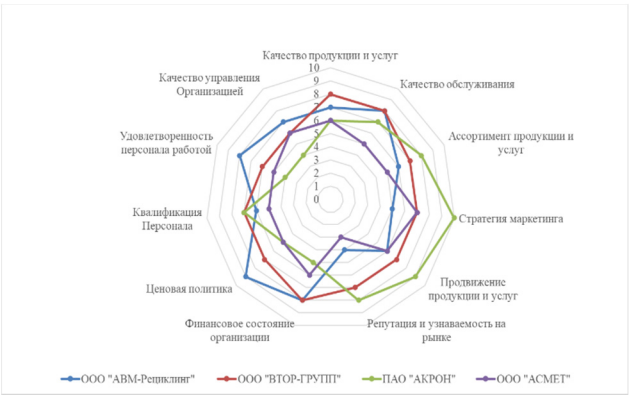


Рисунок 1 – Многоугольник конкурентоспособности

Исходя из проведенного анализа многоугольника конкурентоспособности, нами подтверждается уровень лидера компании ООО «ВТОР-ГРУПП», который отчетливо превосходит своих конкурентов. Изучаемая компания отстает от лидера рынка на 4 пункта.

Опираясь на концепцию динамических способностей, а также динамический подход, отметим, что компании ООО «АВМ-Рециклинг» важно отказаться от ценового демпинга за счет цифровизации клиентского сервиса. Параллельно компании следует сфокусироваться на интеграции в ESG-цепочки поставок ведущих металлургических холдингов для укрепления рыночных позиций [5, с. 412].

Также учтем то, что в современной конкурентной борьбе все большее значение приобретает управление знаниями и интеллектуальным капиталом. Фирмы, которые способны обучаться и внедрять инновации, получают огромнейшее преимущество.

Питер Друкер верно указал, что «истинное конкурентное преимущество кроется в способности компании учиться быстрее других. Следовательно, стратегия должна предусматривать создание организации, способной к самообучению» [6, с. 698].

Это подразумевает стимулирование инноваций, готовность к экспериментам и возможность быстрого, но безопасного совершения ошибок с последующим извлечением ценных уроков.

Внедрение гибких методов управления позволяет ускорить процесс создания продуктов и более эффективно реагировать на обратную связь с рынка, что критически важно в условиях высокой неопределенности.

Также, нельзя игнорировать этические и репутационные аспекты конкуренции. С учетом нынешней эпохи прозрачности информации и развития социальной сети интернет, попытка недобросовестной конкуренции могут быть мгновенно использованы конкурентами или клиентами для нанесения колоссального и даже неисправимого ущерба фирме [8, с. 529].

Данный анализ показывает, что что для эффективной конкуренции сегодня недостаточно использовать только традиционные ресурсы, но их также важно дополнять цифровыми и сетевыми инструментами анализа. Именно на стыке этих направлений и формируется авторский вклад настоящего исследования.

Научная новизна исследования состоит в модификации метода многоугольника конкурентоспособности для компаний традиционных отраслей за счет добавления различных метрик цифрового взаимодействия и ESG-метрик. Именно данный подход позволяет выявлять стратегические разрывы, не поддающиеся классическим инструментам диагностики.

В исследовании также указан переход региональных предприятий в сфере переработки лома от ценовой конкуренции к стратегии экосистемного взаимодействия, где основным инструментом удержания рынка выступает не маркетинговое продвижение, а создание добавленной ценности через цифровые сервисы и «зеленую» повестку для крупных промышленных потребителей.

Таким образом, подводя итог, можно констатировать, что разработка стратегии конкурентной борьбы предприятия представляет собой многогранный, итеративный и непрерывный процесс, требующий глубокого теоретического обоснования и свободного владения широким спектром аналитических инструментов.

Успех в этой сфере не достигается за счет механического применения какого-то одного универсального метода. Напротив, он является результатом синергетического эффекта от грамотного сочетания макроэкономического и отраслевого анализа, глубокой внутренней диагностики ресурсов и компетенций, наглядной визуализации конкурентных позиций и творческого поиска новых рыночных ниш.

Следовательно, вложение времени, интеллекта и финансов в глубокую и многогранную разработку стратегии это не текущие расходы, а основополагающее условие для выживания и процветания компании в будущем.

Литература

1. Агафонов, В.А. Стратегический менеджмент. Модели и процедуры [Текст]: монография / В.А. Агафонов. - М.: Инфра-М, 2020. - 350с.
2. Баринов, В. А. Бизнес-планирование [Текст]: учебное пособие / В.А. Баринов. - М.: Форум. – 2021. - 256 с.
3. Бородушко, И.В. Стратегическое планирование и контроллинг [Текст]: учебное пособие / И.В. Бородушко - М.: Питер, 2023. - 192 с.
4. Володина, О.А. Стратегический и инновационный менеджмент [Текст]: учебное пособие / О.А. Володина. - М.: Academia, 2019. - 446 с.
5. Гуськов, Ю.В. Стратегический менеджмент [Текст]: учебник / Ю.В. Гуськов. - М.: Альфа-М, 2019. - 448 с.
6. Друкер, П.Ф. О профессии менеджера [Текст]: учебник / П.Ф. Друкер. - М.: Диалектика, 2020. - 765 с.
7. Клейнер, Г.Б. Стратегия предприятия [Текст]: учебник / Г.Б. Клейнер. - М.: Дело, 2021. - 748 с.
8. Ким, Чан. Лучшая практика по стратегии [Текст]: учебное пособие / Чан Ким. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2022. - 880 с.

Development of a competitive strategy for an enterprise

Proskurin S.A.
Samara University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article analyzes and develops a strategy for improving an enterprise's competitiveness. This study was conducted to analyze current scientific concepts and approaches to assessing the competitive environment and maintaining competitive advantages. Key theoretical perspectives on strategic management within the context of market competition were examined.

Keywords: Strategy, competitiveness, market competition, competitiveness polygon, company.

References

1. Agafonov, V.A. Strategic Management. Models and Procedures [Text]: monograph / V.A. Agafonov. - M.: Infra-M, 2020. - 350 p.
2. Barinov, V.A. Business Planning [Text]: textbook / V.A. Barinov. - M.: Forum. - 2021. - 256 p.
3. Borodushko, I.V. Strategic Planning and Controlling [Text]: textbook / I.V. Borodushko - M.: Piter, 2023. - 192 p.
4. Volodina, O.A. Strategic and Innovation Management [Text]: textbook / O.A. Volodina. - M.: Academia, 2019. - 446 p.
5. Guskov, Yu.V. Strategic Management [Text]: textbook / Yu.V. Guskov. - M.: Alfa-M, 2019. - 448 p.
6. Drucker, P.F. On the Profession of Manager [Text]: textbook / P.F. Drucker. - M.: Dialectics, 2020. - 765 p.
7. Kleiner, G.B. Enterprise Strategy [Text]: textbook / G.B. Kleiner. - M.: Delo, 2021. - 748 p.
8. Kim, Chan. Best Practice in Strategy [Text]: study guide / Chan Kim. - M.: Mann, Ivanov and Ferber, 2022. - 880 p.

Адаптация моделей управления НИОКР-проектами к специфике ранних стадий разработки в нефтегазовой отрасли

Прудовская Наталия Александровна
магистр, соискатель, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого; менеджер по сопровождению НИОКР, Подразделение по инновационному развитию, ООО «Технологический актив», Prudovskaya.NA@gazprom-neft.ru,

Косов Мухамед Магометович
Заместитель генерального директора по инновационному развитию, ООО «Технологический актив», Kosov.MM@gazprom-neft.ru,

Афанасьев Михаил Владимирович
доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей школы производственного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, afanasiev_mv@spbstu.ru

В условиях формирующейся технологической среды инвестиции в НИОКР приобретают для российской нефтегазовой отрасли стратегическое значение, а их рост требует усиления методологического обеспечения управления проектами на ранней, наиболее неопределённой стадии разработки с опорой на собственный опыт компаний и мировую практику. Авторами на основе анализа зарубежных и российских моделей управления НИОКР-проектами выявлены преимущества и ограничения Stage-Gate, Agile и TRL применительно к данной стадии. Цель статьи - адаптировать указанные модели к специфике ранних стадий НИОКР в нефтегазовой отрасли. Научная новизна состоит в разработке интегрированной многоуровневой модели, объединяющей три подхода и дополненной контурами дифференциации инициатив по ценности и поэтапной экономической оценки. Сделан вывод, что адаптация требует интеграции сильных сторон существующих моделей и последующего эмпирического подкрепления предложенной модели.
Ключевые слова: НИОКР, нефтегазовая отрасль, ранние стадии разработки, Stage-Gate, Agile, TRL, масштабируемость, экономическая оценка.

Введение

Развитие инноваций в условиях новой технологической среды приобретает для нефтегазовой отрасли стратегическое значение и опирается на инвестиции в НИОКР как важную составляющую конкурентоспособности компаний; рост таких инвестиций требует усиления методологического обеспечения управления технологическими проектами с опорой на опыт российских компаний и мировую практику. Эффективность инвестиций зависит от способности компаний не только повышать результативность отдельных инициатив, но и выстраивать корпоративную систему, обеспечивающую переход от научно-технической гипотезы к экспериментальной проверке, пилотированию и внедрению решений в производственный контур [1]. Наибольшая методическая сложность сосредоточена на ранних стадиях, где проект ещё не располагает полнотой сведений, характерной для зрелых решений, но уже требует отбора, приоритизации и ранней экономической интерпретации ожидаемого эффекта.

В литературе представлено множество подходов к управлению инновационными проектами: модели с этапами и контрольными точками, гибкие методологии, подходы на основе оценки технологической готовности. Их применение к ранним стадиям НИОКР в нефтегазовой отрасли требует дополнительной адаптации, поскольку на начальном этапе одновременно присутствуют высокая научно-техническая неопределённость, ограниченная доказанность результатов, значимые капитальные и операционные последствия внедрения и необходимость увязки проектов с архитектурой корпоративного технологического развития. Отсюда вытекает рабочая гипотеза исследования: ни одна из существующих моделей управления НИОКР в неадаптированном виде не удовлетворяет полному набору требований к управлению ранней стадией разработки в нефтегазовой отрасли, что обусловливает необходимость их целенаправленной адаптации.

Цель статьи - адаптировать существующие зарубежные и российские модели управления НИОКР-проектами к специфике ранних стадий разработки в нефтегазовой отрасли на основе анализа их преимуществ и недостатков.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи:**

1. проанализировать существующие зарубежные и российские модели управления НИОКР-проектами в нефтегазовой отрасли;
2. сформировать требования к модели управления НИОКР-проектами в нефтегазовой отрасли с учётом специфики ранней стадии;
3. определить преимущества и недостатки существующих моделей управления НИОКР-проектами в нефтегазовой отрасли применительно к специфике ранней стадии;
4. предложить подходы к адаптации моделей управления НИОКР-проектами к специфике ранних стадий разработки в нефтегазовой отрасли.

Объектом исследования являются современные модели управления НИОКР-проектами, применяемые в корпоративной проектной практике нефтегазовой отрасли. Предмет исследования составляют организационно-методические механизмы адаптации указанных моделей к условиям высокой неопределённости ранних стадий разработки.

Обзор литературы

Зарубежные исследования

Базовой моделью управления процессом разработки новых продуктов остаётся поэтапная модель Stage-Gate Р. Купера, разделяющая проект на стадии формализованными контрольными точками (gates) [2]. Применение классического Stage-Gate к нефтегазовым проектам разработки месторождений сохраняет систематичность подготовки решений, но утрачивает эффективность вне логики обновления оценок при поступлении новых данных [3]; аналогичные ограничения зафиксированы для активов апстрима [4].

Ответом стало развитие гибридных Agile-Stage-Gate моделей: встраивание итеративных циклов в стадии классического процесса повышает скорость реакции на новые данные без отказа от формализованных рубежей [5], причём гибридная модель особенно эффективна на ранних, технически неопределённых стадиях [6], а её результативность зависит от готовности компании децентрализовать решения на уровень проектной команды [7].

Третье направление - шкала уровней технологической готовности (TRL), калибрующая требования к проекту по фактической зрелости технологии [8], но не задающая механизмов бюджетирования и распределения ответственности, что требует её сопряжения с проектной моделью управления [9].

Российские исследования

В российской литературе вопросы управления НИОКР в нефтегазовой отрасли рассматриваются в двух плоскостях: формирование корпоративных систем управления высокотехнологичными проектами без выделения ранних стадий НИОКР как отдельного объекта методической логики [1], и инновационное развитие отрасли на уровне организационных и институциональных условий [10; 11].

Отдельное направление образуют работы по проектному управлению в нефтегазовой отрасли без фокуса на НИОКР [12]; российскую шкалу УГТ и её адаптацию к отечественной практике рассматривает И.В. Анохин [9].

Управление НИОКР в российских нефтегазовых компаниях регулируется также ведомственными и корпоративными документами: ГОСТ Р 56273.1-2014 задаёт общие требования к системе инновационного менеджмента без специфики ранней стадии НИОКР [14], соответствие ему подтверждено ПАО «НК «Роснефть» [15]; крупнейшие ВИНК формируют собственные программы инновационного развития [16], задающие преимущественно институциональную, а не операционную рамку.

Незаполненная исследовательская ниша

Проведённый анализ показывает, что существующие исследования либо описывают модели управления НИОКР в общем виде без учёта специфики нефтегазовой отрасли, либо рассматривают инновационное развитие отрасли на уровне корпоративной стратегии, не предлагая операционной модели для отдельного НИОКР-проекта на ранней стадии. Зарубежные работы по гибридным моделям и TRL выполнены на материале обрабатывающей промышленности и аэрокосмической отрасли без учёта капиталоёмкости и регуляторных ограничений нефтегазовых активов. Это формирует нишу для модели, объединяющей поэтапную логику, гибкость исполнения и калибровку по уровню технологической зрелости применительно к ранним стадиям НИОКР в нефтегазовой отрасли.

Методология исследования

Методическую основу исследования образуют сравнительный анализ, системный подход и логика уровней технологической готовности для интерпретации требований к проекту на разных стадиях жизненного цикла. Исследование выполнено в четыре этапа: анализ зарубежных и российских публикаций и выявление трёх базовых моделей управления НИОКР (Stage-Gate, Agile, TRL); формирование перечня требований к модели управления НИОКР на ранней стадии в нефтегазовой отрасли; сравнительный анализ каждой модели по единому набору критериев (формализация этапов, гибкость исполнения, оценка технологической зрелости, портфельная приоритизация); разработка подхода к адаптации моделей через их интеграцию по уровням управления, а не выбор одной из них в качестве универсальной.

Результаты исследования

Специфика ранних стадий разработки в нефтегазовой отрасли

Ранние стадии разработки новых технологий в нефтегазовой отрасли представляют собой самостоятельный объект управления, не тождественный ни стандартным производственным проектам, ни зрелым инвестиционным программам. Предметом рассмотрения здесь выступает не внедрение готового решения, а проверка исходной научно-технической гипотезы, подтверждение принципа действия технологии в релевантных условиях, лабораторные и стендовые испытания, а также первичное очерчивание границ её применимости. Соответственно, задача управления состоит не в контроле исполнения заранее детализированного плана работ, а в организации процесса снижения неопределённости и накопления доказательной базы, достаточной для перехода к следующему уровню зрелости.

Значимость данной стадии подтверждается отраслевой статистикой: доля выручки, направляемая на НИОКР российскими нефтегазовыми компаниями, растёт, но текущий уровень - порядка 0,2% у ПАО «Газпром» и около 0,3% у ПАО «Татнефть» - пока в 2-3 раза ниже показателей ведущих мировых производителей [17], что указывает на потенциал наращивания инвестиций и необходимость соразмерного усиления методологической зрелости управления ими. Ошибочные решения на ранней, наименее затратной стадии оборачиваются непропорционально высокими потерями на последующих этапах, а исследователи отмечают хронический дефицит исторических данных именно на ранних этапах НИОКР-проектов [18]. Дополнительным фактором выступает склонность нефтегазовых компаний скорее выступать «вторыми последователями», чем первыми внедренцами новых технологий [19].

Для нефтегазовой отрасли указанная специфика усиливается рядом обстоятельств. Во-первых, даже на стадии лабораторных и опытных работ инициативы рассматриваются в привязке к решениям, способным привести к значимым капитальным и/или операционным изменениям производственного контура. Во-вторых, перспективность проекта определяется не только вероятностью локального технического успеха, но и потенциалом масштабирования результата на несколько активов или типовых технологических цепочек. В-третьих, ошибки раннего отбора в условиях ограниченного доступа к внешним технологиям приводят не только к потере отдельных проектов, но и к стратегическому сужению технологического задела компании [13].

С учётом указанных факторов ранние стадии НИОКР целесообразно интерпретировать как зону управляемой неопределённости, в рамках которой критерии принятия решений и глубина экономической оценки должны соотноситься с фактическим уровнем зрелости технологии, типом создаваемой ценности и потенциалом тиражирования инновационного решения.

На рисунке 1 отражена последовательность шагов, в которой ранняя стадия НИОКР понимается как процесс снижения неопределённости и накопления доказательной базы, а не как простое выполнение фиксированного набора проектных работ.

Рисунок 1 - Логика интерпретации ранней стадии НИОКР

Из описанной специфики вытекает перечень требований к модели управления НИОКР на ранней стадии, сформированный в рамках второй задачи исследования:

1. модель должна допускать пересмотр содержания и плана работ внутри этапа по мере поступления новых экспериментальных данных, а не фиксировать состав работ на старте;
2. модель должна сохранять формализованные контрольные точки и единый порядок принятия решений на уровне портфеля, обеспечивая сопоставимость инициатив и связь с корпоративным бюджетным циклом;
3. модель должна соотносить требования к проекту (полноту документации, глубину экономического обоснования) с фактическим уровнем технологической зрелости, а не предъявлять на ранней стадии требования, достижимые лишь на более позднем этапе;
4. модель должна учитывать тип создаваемой ценности и потенциал масштабирования решения на несколько активов как самостоятельный критерий отбора, дополняющий оценку технической реализуемости;
5. модель должна обеспечивать раннюю, пусть и приближённую, экономическую интерпретацию проекта через категории CAPEX, OPEX и ожидаемой ценности, без предъявления требований к детализированным инвестиционным расчётам.

Анализ преимуществ и недостатков существующих моделей

Поэтапные модели управления, прежде всего Stage-Gate, традиционно используются для структурирования проектного цикла, формализации контрольных точек и обеспечения сопоставимости инициатив на уровне портфеля. Для нефтегазового сектора их значимость особенно велика, поскольку они увязывают проектное движение с корпоративной системой принятия решений, бюджетными ограничениями и требованиями к прослеживаемости результата [3]. Однако применительно к ранним стадиям Stage-Gate исходно ориентирован на устойчивость содержания стадии, тогда как в раннем НИОКР гипотеза и критерии успеха уточняются по мере накопления данных.

Гибкие методологии на принципах Agile ориентированы на итеративную организацию работ и корректировку логики проекта по мере появления новых данных [5; 6]. Для ранних стадий НИОКР их достоинство - в способности работать с гипотезой, уточняемой в ходе исследований и прототипирования. Однако использование исключительно гибких подходов в нефтегазовой отрасли ограничено требованиями промышленной безопасности, регламентов и формального обоснования решений перед инвестиционными комитетами.

Подходы на основе уровней технологической готовности ориентированы на оценку фактической зрелости технологии [8; 9]. Их ценность - в соотнесении требований к проекту с реальным уровнем зрелости, от

гипотезы до подготовки к внедрению. Вместе с тем TRL-подход не заменяет проектную модель управления, поскольку не задаёт механизмы бюджетирования и распределения ответственности [9].

Таблица 1
Сравнительная характеристика моделей управления НИОКР-проектами

Модель	Сильные стороны	Ограничения на ранней стадии	Целесообразная роль
Stage-Gate	Формализация этапов, сопоставимость, прослеживаемость решений	Плохо работает при высокой изменчивости гипотезы	Внешний каркас и система контрольных точек
Agile	Итеративность, быстрая обратная связь, гибкая корректировка	Недостаточен в условиях регламентов и высокой цены ошибки	Механизм исполнения и проверки гипотез
TRL (УГТ)	Увязка требований с зрелостью технологии	Не задаёт бюджетирование, распределение ответственности	Инструмент оценки зрелости технологии

Таблица 2
Сопоставление моделей управления по ключевым функциям

Функция управления	Stage-Gate	Agile	TRL (УГТ)
Контроль этапов	Да	Нет	Нет
Гибкость исполнения	Нет	Да	Нет
Оценка зрелости технологии	Нет	Нет	Да
Приоритизация на уровне компании	Да	Нет	Нет

Таблица 2 показывает, что три рассмотренные модели не дублируют, а взаимно дополняют друг друга, закрывая разные управленческие функции. Ни одна из них по отдельности не покрывает весь перечень требований, сформированных в предыдущем разделе.

Ограничения существующих моделей применительно к ранним стадиям

Сопоставление требований к модели управления ранним НИОКР с функциональным профилем каждой из трёх базовых моделей (таблица 2) позволяет зафиксировать конкретные ограничения, препятствующие их изолированному применению на ранней стадии в нефтегазовой отрасли.

Stage-Gate в исходном виде удовлетворяет требованиям 2 и 3 (контрольные точки, сопоставимость на уровне портфеля), но не требованию 1: жёсткая фиксация содержания стадии плохо сочетается с пересмотром плана работ по итогам экспериментов. Применение классического Stage-Gate к проектам разработки месторождений показывает, что без байесовского обновления оценок модель теряет управленческую ценность на ранних этапах [3].

Agile удовлетворяет требованию 1, но не закрывает требования 2 и 3: гибкие методологии не предполагают формализованных рубежей принятия решений на уровне компании и единых критериев сопоставимости проектов в портфеле, что критично для капиталоёмких решений, проходящих через инвестиционные комитеты.

TRL частично закрывает требование 3, но не относится ни к требованию 1, ни к требованию 2, ни к требованию 5: шкала готовности технологии не задаёт ни механизма гибкого исполнения работ, ни системы контрольных точек, ни инструментов экономической интерпретации проекта [9].

Ни одна из моделей не закрывает требование 4 (дифференциация по типу ценности и потенциалу масштабирования) - оно лежит вне их предметной области. Использование любой из трёх моделей как единственной и универсальной оставляет хотя бы одно ключевое требование неудовлетворённым, что обусловливает необходимость их интеграции, а не выбора между ними.

Предлагаемая адаптация моделей управления

Настоящий раздел реализует цель исследования: на основе выявленных ограничений существующих моделей предлагается их адаптация к специфике ранних стадий НИОКР в нефтегазовой отрасли. Целесообразно использовать интегрированную многоуровневую модель, в которой различные подходы распределяются по функциям и уровням управления, а не конкурируют между собой. Внешний контур сохраняет фазность, контрольные рубежи и ответственность, характерные для Stage-Gate, закрывая требования 2 и 3 к сопоставимости и формализации решений на уровне портфеля. Внутренний контур использует адаптивную логику Agile для проверки гипотез и корректировки состава работ внутри этапа, закрывая требование 1. Логика TRL задаёт критерии зрелости результата и объём доказательной базы, достаточный для перехода между контрольными точками, частично закрывая требование 3.

Ключевое отличие предлагаемого подхода - Stage-Gate, Agile и TRL рассматриваются не как конкурирующие модели, а как взаимодополняющие уровни единой управленческой системы. Это позволяет одновременно сохранить корпоративную управляемость, необходимую для капиталоёмких решений, и обеспечить адаптивность исследовательского контура, критичную для ранних стадий разработки.

Для закрытия требования 4 предлагается контур дифференциации инициатив по типу создаваемой ценности. Ранние НИОКР-инициативы целесообразно различать не только по тематике, но и по типу создаваемой ценности, горизонту эффекта и масштабу изменений [11]. Продуктивно разграничение трёх контуров: инициатив, направленных на поддержание и повышение эффективности действующих процессов; инициатив, изменяющих технологические схемы; и инициатив, формирующих новые технологические траектории. Такая дифференциация позволяет уже на ранней стадии по-разному интерпретировать допустимый риск, требования к доказательной базе и глубину экономического обоснования.

Таблица 3
Типология инновационных инициатив по управленческой роли

Тип инициативы	Управленческая задача	Тип эффекта	Требования на ранней стадии
Операционно-улучшающая	Повышение эффективности действующих процессов	Локальный OPEX/REVEX-эффект, сокращение потерь	Быстрая проверка реализуемости и эффекта
Трансформационная	Изменение технологической схемы или бизнес-процесса	OPEX и CAPEX на испытания, тиражирование на группу активов	Оценка сценариев внедрения и масштабируемости
Стратегически-прорывная	Формирование новой технологической траектории	Высокая неопределённость, долгосрочный эффект	Допустим высокий риск, особая логика отбора

Таблица 4
Принципы экономической интерпретации ранних НИОКР-инициатив

Предмет оценки	Логика применения на ранней стадии	Практический смысл
Ожидаемая ценность	Сопоставление альтернатив при высокой неопределённости	Сравнение инициатив до полной инвестмодели
CAPEX-затраты	Будущая инвестиционная нагрузка при масштабировании	Оценка реалистичности внедрения
OPEX-затраты	Изменение операционной модели и текущих затрат	Важно для сервисных и процессных решений
Масштабируемость	Тиражирование на месторождения или процессы компании	Корпоративная значимость при локальном эффекте
Уровень зрелости	Допустимая глубина экономического обоснования	Защита от преждевременных требований

Таблица 5
Требования к проекту по уровню зрелости технологии

Уровень зрелости	Что должно быть подтверждено	Форма управления
Гипотеза / концепция	Состоятельность идеи, релевантность проблемы	Гибкое исследование, портфельный отбор
Лабораторное подтверждение	Принцип действия, воспроизводимость результата	Agile-логика экспериментов
Стендовая / опытная проверка	Работоспособность в реальных условиях	Усиление фиксации результата и оценки
Пилотирование	Прикладной эффект, сценарий внедрения	Контроль KPI, план внедрения на других активах

Схема предлагаемой адаптированной модели

Структура предлагаемой адаптированной модели управления ранними стадиями НИОКР представлена на рисунке 2 и объединяет три уровня управления, рассмотренные выше, с дополнительным контуром дифференциации по типу ценности.

Уровень 1. Внешний контур (Stage-Gate-логика): контрольные точки «Гипотеза / концепция» → «Лабораторное подтверждение» → «Стендовая / опытная проверка» → «Пилотирование», на каждой из которых принимается решение «Продолжить / Приостановить / Доработать / Остановить» на уровне портфеля.

Уровень 2. Внутренний контур (Agile-логика): внутри каждой контрольной точки - итеративные циклы постановки и проверки гипотез, корректировка состава экспериментов по мере получения промежуточных результатов.

Уровень 3. Контур зрелости (TRL-логика): определяет содержательный критерий готовности к переходу на следующий уровень контрольных точек (таблица 5) и калибрует глубину требуемой доказательной базы.

Уровень 4. Контур дифференциации по ценности и экономической интерпретации: на входе в модель и на каждой контрольной точке инициатива классифицируется по типу создаваемой ценности (таблица 3) и оценивается по нарастающей глубине экономической интерпретации (таблица 4), что определяет индивидуальную траекторию требований для каждого конкретного проекта.

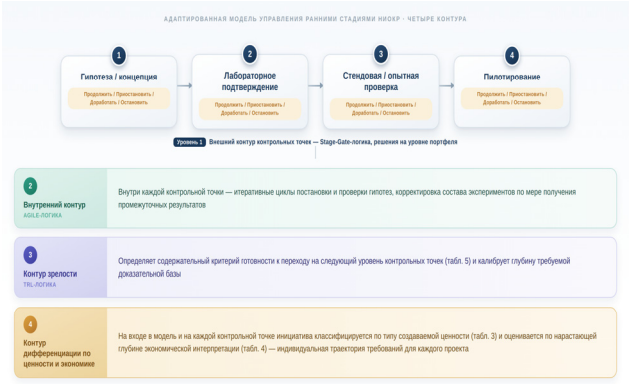


Рисунок 2 - Схема адаптированной интегрированной модели управления ранними стадиями НИОКР: внешний контур контрольных точек (Stage-Gate) → внутренний контур итеративного исполнения (Agile) → контур зрелости технологии (TRL) → контур дифференциации по типу ценности и экономической интерпретации

Принципиальная особенность схемы в том, что переход между контрольными точками внешнего контура определяется не календарным сроком, а фактическим достижением критерия зрелости (уровень 3) при выполнении требований к экономической интерпретации, соответствующих типу инициативы (уровень 4). Внутри каждой точки состав работ исполняется по логике уровня 2 и может корректироваться без пересмотра решения, принятого на предыдущей точке.

Практическое значение предложенного подхода

Практическая значимость подхода - в возможности его использования при разработке корпоративных регламентов управления ранними стадиями НИОКР, проектировании критериев прохождения рубежей и настройке процедур раннего отбора. Дифференциация инициатив по типу ценности позволяет применять разные критерии допустимого риска и глубины обоснования уже на этапе формирования портфеля НИОКР. Подход наиболее полезен там, где ранний эксперимент относительно недорог по отношению к эффекту масштабирования (методы увеличения нефтеотдачи, химические реагенты, цифровой мониторинг добычи).

Обоснованность выводов опирается на три группы аргументов. Логический: каждый из четырёх контуров модели закрывает конкретное требование к управлению ранним НИОКР (таблица 2). Эмпирический по аналогии: близкие гибридные Agile-Stage-Gate модели в обрабатывающей промышленности сокращали сроки выхода на рынок и повышали долю успешных проектов [5; 6]. Статистический: отраслевая статистика по растущему объёму инвестиций в НИОКР российских нефтегазовых компаний [17] указывает на необходимость соразмерного усиления методологической базы управления этими инвестициями.

Вместе с тем эти аргументы носят обосновывающий, а не доказательный характер: они не подтверждают заявленные эффекты на материале нефтегазовых НИОКР-портфелей, что требует отдельного эмпирического исследования.

Выводы и дальнейшие перспективы исследования

Проведённый анализ показывает, что модели управления НИОКР-проектами обладают различной применимостью к ранним стадиям разработки в нефтегазовой отрасли. Поэтапные модели дают управленческий каркас и формализацию рубежей, гибкие методологии - адаптивность исследовательского контура, TRL - калибровку требований по зрелости технологии. Вместе с тем ни одна из моделей изолированно не закрывает полный перечень требований, в первую очередь - дифференциацию проектов по типу ценности и поэтапную экономическую интерпретацию.

Научная новизна исследования состоит в разработке интегрированной многоуровневой модели управления ранними стадиями НИОКР в нефтегазовой отрасли, в которой Stage-Gate, Agile и TRL распределены по уровням управления и дополнены контуром дифференциации инициатив по ценности и контуром поэтапной экономической интерпретации. Модель носит концептуальный характер: её архитектура логически обоснована и согласуется с данными по родственным гибридным моделям в иных отраслях, но не подтверждена на материале нефтегазовых НИОКР-портфелей.

Наиболее перспективное направление дальнейших исследований - эмпирическая проверка предложенной модели на материале конкретных НИОКР-программ нефтегазовых компаний, включая оценку влияния перехода на интегрированную модель на сроки прохождения контрольных точек и долю проектов, подтвердивших экономическую состоятельность. Дополнительный интерес представляет разработка критериев перехода между уровнями технологической готовности.

Литература

1. Савченко Я.В., Боярских Н.Г. Методические основы формирования корпоративной системы управления высокотехнологичными проектами в сфере НИОКР // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2020. Т. 20, вып. 2. С. 148-157.

2. Cooper R.G. Winning at New Products: Creating Value Through Innovation. 5th ed. New York: Basic Books, 2017.

3. Walkup G.W., Ligon J.B. The Good, Bad, and Ugly of Stage-Gate Project Management Process as Applied in the Oil and Gas Industry // SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, 2006. https://doi.org/10.2118/102926-MS.

4. Stage-Gate International. The Stage-Gate Model: An Overview. URL: stage-gate.com (дата обращения: 19.06.2026).

5. Sommer A.F., Hedegaard C., Dukovska-Popovska I., Steger-Jensen K. Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? // Research-Technology Management. 2015. Vol. 58, No. 1. P. 34-45.

6. Cooper R.G., Sommer A.F. The Agile-Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity // Journal of Product Innovation Management. 2016. Vol. 33, No. 5. P. 513-526. https://doi.org/10.1111/jpim.12314.

7. Edwards K., Cooper R.G., Vedsmand T., Nardelli G. Evaluating the Agile-Stage-Gate Hybrid Model: Experiences From Three SME Manufacturing Firms // International Journal of Innovation and Technology Management. 2020. Vol. 16, No. 8, art. 1950048.

8. Mankins J.C. Technology Readiness Levels: A Retrospective. NASA, 1995. URL: ntrs.nasa.gov.

9. Анохов И.В. Шкала уровня технологической готовности TRL и перспективы ее модификации // Стратегии бизнеса. 2022. Т. 10, № 11. С. 289-294. https://doi.org/10.17747/2311-7184-2022-11-289-294.

10. Пескова М.Е., Бурцев Д.С. Направления совершенствования управления инновациями на предприятиях нефтегазовой отрасли // Экономика. Информатика. 2024. Т. 51, № 3. С. 610-620. https://doi.org/10.52575/2687-0932-2024-51-3-610-620.

11. Токарева С.А., Ремишевская К.В., Захаров Д.Ю. Влияние системы управления НИОКР на цепочку создания ценности нефтегазовых компаний // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 1 (27). С. 68-73. DOI: 10.17122/2541-8904-2019-1-27-68-73.

12. Манукян М.М. Организация управления инновационными процессами на предприятиях нефтегазовой отрасли России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2019. Т. 10, № 4. С. 21-26.

13. Пономарев К.К. Методы и инструменты управления проектами ИТ в нефтегазовой промышленности // Universum: технические науки. 2023. № 9 (114). URL: 7universum.com (дата обращения: 19.06.2026).

14. ГОСТ Р 56273.1-2014/CEN/TS 16555-1:2013. Инновационный менеджмент. Часть 1. Система инновационного менеджмента. М.: Стандартинформ, 2015.

15. ПАО «НК «Роснефть». Управление инновационной деятельностью. URL: rosneft.ru (дата обращения: 23.06.2026).

16. Программа инновационного развития ПАО «Газпром» на период до 2025 года. URL: gazprom.ru (дата обращения: 23.06.2026).

17. Расходы на НИОКР // Информационно-аналитический портал ICSS. URL: icss.ru (дата обращения: 23.06.2026).

18. Technology selection and ranking: Literature review and current applications in oil & gas industry // Journal of Petroleum Science and Engineering / ScienceDirect. 2023. URL: sciencedirect.com (дата обращения: 23.06.2026).

19. Daneshy A., Bahorich M. Innovation and Technology Risk in the Oil and Gas Industry // How Innovation and R&D happen in the upstream Oil & Gas Industry: Insights from a Global Survey. URL: researchgate.net (дата обращения: 23.06.2026).

Adaptation of R&D Project Management Models to the Specifics of Early Development Stages in the Oil and Gas Industry

Prudovskaya N.A., Kosov M.M., Afanasyev M.V.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Technological Asset LLC

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Amid a forming new technological environment, investment in R&D is acquiring strategic importance for the Russian oil and gas industry, and its growth requires strengthening the methodological framework for managing projects at the early, most uncertain stage of development, drawing on companies' own experience together with global practice. Based on an analysis of foreign and Russian R&D project management models, the authors identify the advantages and limitations of Stage-Gate, Agile and TRL with respect to this stage. The aim of the article is to adapt these models to the specifics of early-stage R&D in the oil and gas industry. The scientific novelty lies in developing an integrated multi-level model that combines the three approaches and is supplemented by value-differentiation and staged economic-assessment loops. It is concluded that adaptation requires an integration of the strengths of existing models and subsequent empirical reinforcement of the proposed model.

Keywords: R&D, oil and gas industry, early development stages, Stage-Gate, Agile, TRL, scalability, economic assessment.

References

1. Savchenko Ya.V., Boyarsky N.G. Methodological foundations forming a corporate system for managing high-tech projects in the field of R&D. Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Law, 2020, vol. 20, iss. 2, pp. 148-157. (In Russ.)
2. Cooper R.G. Winning at New Products: Creating Value Through Innovation. 5th ed. New York, Basic Books, 2017.
3. Walkup G.W., Ligon J.B. The Good, Bad, and Ugly of Stage-Gate Project Management Process as Applied in the Oil and Gas Industry. SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, 2006. https://doi.org/10.2118/102926-MS.
4. Stage-Gate International. The Stage-Gate Model: An Overview. Available at: stage-gate.com (accessed 19.06.2026).
5. Sommer A.F., Hedegaard C., Dukovska-Popovska I., Steger-Jensen K. Improved Product Development Performance through Agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? Research-Technology Management, 2015, vol. 58, no. 1, pp. 34-45.
6. Cooper R.G., Sommer A.F. The Agile-Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. Journal of Product Innovation Management, 2016, vol. 33, no. 5, pp. 513-526. https://doi.org/10.1111/jpim.12314.
7. Edwards K., Cooper R.G., Vedsmand T., Nardelli G. Evaluating the Agile-Stage-Gate Hybrid Model: Experiences From Three SME Manufacturing Firms. International Journal of Innovation and Technology Management, 2020, vol. 16, no. 8, art. 1950048.
8. Mankins J.C. Technology Readiness Levels: A Retrospective. NASA, 1995. Available at: ntrs.nasa.gov.
9. Anokhov I.V. TRL Technological Readiness Level Scale and Its Modification Perspectives. Business Strategies, 2022, vol. 10, no. 11, pp. 289-294. (In Russ.)
10. Peskova M.E., Burtsev D.S. Directions for improving innovation management at oil and gas enterprises. Economics. Computer Science, 2024, no. 3. (In Russ.) Available at: cyberleninka.ru (accessed 21.05.2026).
11. Tokareva S.A., Remishevskaya K.V., Zakharov D.Yu. The influence of the R&D management system on the value chain of oil and gas companies. Bulletin of USPTU. Science, Education, Economics. Series: Economics, 2019, no. 1 (27). (In Russ.) Available at: cyberleninka.ru (accessed 03.06.2026).
12. Manukyan M.M. Organization of innovation process management at oil and gas enterprises in Russia. Izvestia of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2021. (In Russ.) Available at: cyberleninka.ru (accessed 19.06.2026).
13. Ponomarev K.K. Methods and tools for managing IT projects in the oil and gas industry. Universum: Technical Sciences, 2023, no. 9 (114). (In Russ.) Available at: 7universum.com (accessed 19.06.2026).
14. GOST R 56273.1-2014/CEN/TS 16555-1:2013. Innovation Management. Part 1. Innovation Management System. Moscow, Standartinform Publ., 2015. (In Russ.)
15. Rosneft Oil Company. Innovation activity management. (In Russ.) Available at: rosneft.ru (accessed 23.06.2026).
16. Innovative Development Programme of Gazprom PJSC through 2025. (In Russ.) Available at: gazprom.ru (accessed 23.06.2026).
17. R&D expenditures. ICSS Information and Analytical Portal. (In Russ.) Available at: icss.ru (accessed 23.06.2026).
18. Technology selection and ranking: Literature review and current applications in oil & gas industry. Journal of Petroleum Science and Engineering / ScienceDirect, 2023. Available at: sciencedirect.com (accessed 23.06.2026).
19. Daneshy A., Bahorich M. Innovation and Technology Risk in the Oil and Gas Industry. In: How Innovation and R&D happen in the upstream Oil & Gas Industry: Insights from a Global Survey. Available at: researchgate.net (accessed 23.06.2026).

Оценка экономической эффективности внедрения ИИ-решений в управленческие процессы университета

Сайченко Ольга Анатольевна
кандидат экономических наук, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, digitaltwindm20@gmail.com

В статье рассматривается проблема экономического обоснования управленческих решений по внедрению искусственного интеллекта в административные процессы университетов. Актуальность работы определяется тем, что большинство российских вузов сегодня переходят к модели финансовой самостоятельности, что требует более строгого подхода к планированию затрат и оценке их результативности. Административная деятельность традиционно связана с большим объемом рутинных операций, выполняемых вручную, и именно здесь авторы видят основной резерв для повышения эффективности. Однако сложность заключается в том, что руководители образовательных организаций не располагают понятным инструментарием для расчета того, насколько быстро окупятся вложения в интеллектуальные системы и какой экономический эффект они принесут. На основе собранных эмпирических данных о трудозатратах сотрудников и стоимости внедрения соответствующих цифровых платформ рассчитан показатель возврата инвестиций на трехлетнем горизонте планирования. Установлено, что максимальный экономический эффект достигается в процессах с высоким объемом рутинных операций по консолидации и верификации данных; расчетный ROI варьируется от 1,9 до 3,1 в зависимости от специфики процесса и стартовых условий внедрения. Наряду с прямыми сбережениями фонда оплаты труда зафиксированы косвенные результаты, включающие сокращение числа ошибок при обработке информации, ускорение принятия управленческих решений и высвобождение времени сотрудников для выполнения аналитических задач. Сделан вывод о том, что экономическая целесообразность внедрения ИИ не сводится к простому сокращению численности персонала, а требует учета институциональных, правовых и кадровых факторов, влияющих на общую эффективность цифровой трансформации университета. Предложенный подход может быть использован руководителями образовательных организаций для обоснования бюджетных заявок и выбора приоритетных направлений автоматизации административной деятельности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, административные процессы университета, экономическая эффективность, цифровая трансформация, возврат инвестиций, оптимизация управленческих затрат, электронный документооборот, автоматизация учета, кадровый потенциал, высшее образование.

Введение

Современный университет функционирует в условиях жесткой конкуренции на рынке образовательных услуг, демографических ограничений и необходимости постоянного обновления материально-технической базы. Как справедливо отмечает Р.А. Долженко, вузы являются одними из самых инертных структур, однако именно они вынуждены искать пути повышения организационной эффективности в условиях ограниченности ресурсов [3, с. 52]. При этом большинство административных процессов в университетах — от делопроизводства до управления контингентом студентов — по-прежнему характеризуются высокой трудоемкостью и дублированием операций.

В последние годы активно обсуждается потенциал цифровой трансформации высшего образования. Д.И. Демушкин в своей концептуальной модели обосновывает, что цифровая трансформация образовательных организаций должна затрагивать не только образовательный процесс, но и систему управления, включая внедрение систем искусственного интеллекта [2, с. 54]. На сегодняшний день существуют примеры, когда интеллектуальные системы берут на себя обработку заявлений, учет личных дел, подготовку отчетности и даже отдельные кадровые операции. Однако, при всей популярности этой темы у многих университетов до сих пор нет ясного понимания, как именно посчитать финансовый результат от таких нововведений и что с этими цифрами потом делать.

Между тем любое вложение в ИТ-инфраструктуру требует убедительных аргументов, особенно сейчас, когда вузы переходят на режим повышенной финансовой самостоятельности [5, с. 21].

Цель данной работы заключается в разработке и апробации подхода к оценке экономической эффективности внедрения ИИ-решений в административные процессы университета.

Материалы и методы исследования

Теоретической базой исследования послужили труды российских ученых, посвященных цифровой трансформации управления вузом. Современные исследования в области цифровизации высшей школы, в частности работа С.Г. Давыдова и его соавторов, свидетельствуют о том, что внедрение искусственного интеллекта в университетах происходит фрагментарно. Вопрос о том, насколько оправданы вложения в цифровую трансформацию административного аппарата университета, сегодня стоит особенно остро. Д.И. Демушкин в своей концептуальной модели справедливо указывает: преобразования не могут ограничиваться учебной сферой и обязаны захватывать контуры управления, в том числе через механизмы искусственного интеллекта [2, с. 54]. Эмпирические данные действительно подтверждают, что ИИ успешно справляется с потоковым учетом заявлений, кадровыми справками и генерацией отчетных форм. Однако практика показывает: значительная часть руководства вузов не владеет инструментарием, позволяющим перевести предполагаемую пользу от таких решений в плоскость финансово обоснованных аргументов. В условиях жестких бюджетных ограничений отсутствие четкой экономической модели становится серьезным препятствием для принятия решений. Значительный вес затрат на административно-управленческий персонал в общей смете расходов вуза и восприятие их снижения в качестве резерва повышения эффективности входят в число устойчивых исследовательских констант. Однако, по справедливому замечанию Тихонюк Н.Е. и соавторов, акцент в имеющихся публикациях смещен в пользу технических условий имплементации и методологического инструментария, тогда как проблема достоверной количественной оценки финансовой отдачи остается неразрешенной [5, с. 21]. В этой связи предметом настоящей работы выступает апробация подхода к численному выражению эффекта от внедрения ИИ в административные процессы на примере университета.

Теоретической опорой служат концепции цифрового управления вузом, разработанные российскими учеными. Анализ, предпринятый С.Г. Давыдовым, свидетельствует о фрагментарности ИИ-внедрений в университетской среде; при этом основной массив преобразований сконцентрирован в учебной и научной сферах, тогда как административная функция, по данным Е.В. Шипицыной, претерпевает изменения лишь точечно (делопроизводство в приемной кампании, кадровый и нагрузочный учет), в то время как остальное поле занято рутинными ручными операциями.

Методика исследования опирается на процессную декомпозицию, предполагающую сравнение временных издержек при текущем и проектируемом способах выполнения операций. Расчет потенциала сокращения издержек осуществлен с помощью метрик совокупной стоимости владения и возврата на инвестиции, модифицированных применительно к бюджетному учреждению. Сравнение проводилось по схеме «факт — проект» с горизонтом планирования в три года, согласующимся с циклом обновления ПО и позволяющим сбалансировать единовременные и текущие расходы.

Эмпирический материал включает интервью с работниками административных служб двух федеральных университетов, ведомственные регламенты и должностные инструкции. По итогам обработки данных выделены пять зон с максимальной трудовой емкостью и цикличностью процессов. Это, во-первых, канцелярская обработка корреспонденции (ручная регистрация, сканирование и маршрутизация), а во-вторых, блок расчета нагрузки и табельного учета, охватывающий учебно-методический отдел, бухгалтерию и кадровую службу, встречные проверки между которыми отличаются высокой трудоемкостью и рисками рассогласования данных.

Наряду с отмеченными выше двумя направлениями, эмпирическим путем установлены еще три участка, характеризующиеся высокой долей ручного труда и потенциальной отдачей от ИИ. Речь идет о сопровождении студенческих личных дел (обновление персональных данных, справочной информации, учет задолженностей) — причем ценность интеллектуальной системы здесь видится не столько в автоматизации поисковых операций, сколько в построении прогнозных моделей академических рисков. Далее — формирование сводной отчетности для федерального органа исполнительной власти, которое требует ручного сведения массивов из 1С, систем учета обучающихся и библиотечных модулей; данная процедура пока не имеет единого интеграционного решения. И наконец, администрирование доступа к электронным ресурсам, включая создание и блокировку учетных записей, — операция, также выполняемая децентрализованно и вручную.

Расчетный инструментарий базируется на четырех группах исходных данных:

1) фактические месячные затраты времени по каждому процессу в человеко-часах;

2) фонд оплаты труда административных работников с начислениями, приведенный к часовой ставке;

3) инвестиционные издержки на приобретение и внедрение ИИ-продукта (стоимость лицензий, услуг по интеграции и донастройке); (4) расходы на переподготовку персонала. На их основе вычислялась годовая экономия времени по формуле

$$Э_T = \Delta T \times C_чч \times 12,$$

где

$\Delta T = T_баз - T_нов$.

При этом прямой экономический эффект (в денежном выражении) определялся как разница между годовой экономией и эксплуатационными затратами (поддержка, обновления, аренда облачных или серверных мощностей). Наряду с прямыми составляющими учитывались и латентные выгоды, в первую очередь снижение вероятности ошибок при ручном вводе и сверке данных; их стоимостная оценка производилась путем умножения вероятного числа сбоев на средние издержки ликвидации каждого такого сбоя.

Результаты исследования

Полученные расчеты показывают, что разрыв между существующими и прогнозируемыми трудозатратами весьма существенен, причем максимальная разница фиксируется на самых рутинных и циклических операциях. Сводные цифры по всем пяти направлениям представлены в таблице ниже.

В таблице фонд оплаты труда учитывался с начислениями, включая страховые взносы во внебюджетные фонды.

В ходе анализа наибольший резерв сокращения трудозатрат был зафиксирован для двух процессов – ведения личных дел обучающихся и формирования табелей учебной нагрузки. Объясняется это тем, что оба направления предполагают многократную перекрестную сверку данных, поступающих из различных учетных подсистем (кадровой, бухгалтерской, учебной части), что в существующей практике нередко порождает рассогласования и вынуждает сотрудников возвращаться к уже пройденным этапам обработки информации. ИИ, построенный на алгоритмах машинного обучения и предварительно обученный на ретроспективных массивах данных, способен не только автоматически подставлять необходимые значения в соответствующие поля, но и выполнять логическую проверку их взаимного соответствия, что снижает вероятность ошибок на стадии ввода и сверки.

Таблица

Сравнительная оценка эффективности внедрения ИИ в административные процессы

Процесс	Базовые трудозатраты, чел.-час/мес	Прогнозируемые трудозатраты (ИИ), чел.-час/мес	Экономия времени, чел.-час/мес	Прямая экономия ФОТ, тыс. руб./год	ROI (год 3)
Обработка входящих документов	145	45	100	720	2,8
Формирование табеля нагрузки ППС	210	80	130	936	3,1
Ведение личных дел студентов	320	140	180	1296	2,5
Подготовка отчетов	115	40	75	540	2,2
Управление доступом к ресурсам	90	25	65	468	1,9

Источник: составлено автором

Интересный результат получен по процессу подготовки отчетности для Минобрнауки. Несмотря на высокую степень регламентации, этот процесс остается одним из самых стрессовых для сотрудников из-за необходимости жесткого соблюдения сроков и форматов. Внедрение интеллектуального конвейера данных (ETL-процессов с элементами машинного обучения) позволяет сократить время консолидации и верификации данных почти в три раза, что подтверждает тезис Е.В. Шипицыной о необходимости создания единой цифровой среды в вузе [6, с. 188].

Однако расчет прямого экономического эффекта показал, что полная окупаемость проектов по внедрению ИИ наступает не раньше второго-третьего года эксплуатации. В первый год затраты на приобретение лицензий ПО или разработку собственных модулей могут превышать полученную экономию. В связи с этим возникает вопрос об оптимизации первоначальных инвестиций. Автор обращает внимание на то, что правовые аспекты внедрения ИИ, в частности неопределенность в регулировании и жесткие требования к защите персональных данных, могут стать серьезным фактором удорожания проектов. Как справедливо замечает А.С. Киселев, необходимость проведения дополнительного аудита и настройки систем безопасности неизбежно увеличивает смету внедрения [4, с. 27].

В ходе экспертных интервью респонденты называли и другие, менее очевидные эффекты, которые трудно выразить в денежном эквиваленте, однако они заметно влияют на качество управления. Помимо прямой экономии временных ресурсов, в ходе анализа выявлен ряд эффектов, имеющих качественную природу и относящихся к области управленческой аналитики. Один из них связан с прогнозированием нагрузки на кафедры: использование цифрового следа образовательной активности обучающихся позволяет перейти от ретроспективных оценок к вероятностному моделированию потребности в преподавательских ставках. Получаемые предиктивные данные создают основу для оперативной корректировки штатного расписания и учебных планов, тогда как в сложившейся практике подобные решения принимаются с временным лагом, обусловленным устареванием исходных статистических показателей. В пиковые периоды (прежде всего — приемные кампании) сокращение сроков проверки документов приобретает не только внутриорганизационное, но и внешнее измерение: минимизация задержек снижает репутационные риски и одновременно повышает субъективную оценку процедуры со стороны абитуриентов как более структурированной и транспарентной. Дополнительным ресурсом выступает визуализация административных потоков в режиме реального времени, позволяющая локализовать «узкие места» регламентов — участки, характеризующиеся повышенной частотой сбоев или концентрацией запросов, требующих ручной обработки.

При этом следует особо оговорить, что экономический анализ в подобных случаях не может быть сведен исключительно к высвобождению штатных должностей. На ряде направлений, в частности при администрировании цифровых доступов к корпоративным ресурсам, освобождающееся время переориентируется на задачи, ранее остававшиеся на периферии повседневной работы: мониторинг кибербезопасности, анализ паттернов обращения пользователей к информационным системам, раннее выявление аномальных активностей. Иными словами, эффект здесь выражается не в сокращении персонала, а в качественном изменении содержания труда и расширении аналитических функций в рамках существующих должностей.

Этот переход от технических задач к содержательным наблюдениям созвучен выводам Д.И. Демушкина о том, что результативность цифровой трансформации определяется не столько внедренными платформами, сколько институциональной готовностью организации к их применению [2, с. 87].

В то же время расчеты показывают, что использование сложных нейросетевых моделей экономически оправдано далеко не для всех административных процессов. Для простых, хорошо формализуемых операций, таких как первичная регистрация входящих документов, «тяжелый» ИИ дает лишь незначительный прирост производительности по сравнению с обычной системой электронного документооборота без нейросетевых алгоритмов. Исходя из этого, предлагается дифференцированный подход:

1) для высокоструктурированных данных (отчетность, табельный учет) целесообразно применять специализированные аналитические модули с элементами ИИ;

2) для работы с неструктурированными текстовыми обращениями – системы обработки естественного языка, которые, однако, требуют дообучения на академических текстах и корпусах профессиональной лексики.

Заключение

Результаты проведенной работы дают основания полагать, что внедрение ИИ-решений в административные процессы университета способно принести ощутимый экономический эффект. Однако рассчитывать на него можно лишь при системном подходе, учитывающем специфику вузовской деятельности. Как показали расчеты, наиболее выраженный экономический эффект достигается в тех административных процессах, которые оперируют значительными массивами структурированной либо слабоструктурированной информации, — прежде всего это расчет учебной нагрузки, ведение личных дел студентов и подготовка сводной отчетности для внешних ведомств. Рассчитанные значения ROI позволяют говорить об окупаемости инвестиций в подобные проекты в интервале от двух до трех лет.

Литература

1. Давыдов С. Г. и др. Искусственный интеллект в российском высшем образовании: текущее состояние и перспективы развития //Университетское управление: практика и анализ. – 2024. – Т. 28. – №. 3. – С. 32-44.
2. Демушкин Д. И. Концептуальная модель повышения эффективности цифровой трансформации образовательных организаций высшего образования //Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 5. – №. 9 (162). – С. 160.
3. Долженко Р.А. Направления повышения организационной эффективности вуза. Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. 2025. № 4 (66). С. 52-59.
4. Киселев А. С. Специфика, проблемы, риски и перспективы правового регулирования общественных отношений в сфере образования в условиях внедрения искусственного интеллекта //Вестник Пермского университета. Юридические науки. – 2026. – №. 1 (71). – С. 26-55.
5. Тихонюк Н. Е., Кисляков А. Н., Корнилова О. А. Оценка эффективности применения технологий искусственного интеллекта для формирования образовательных продуктов высшего и дополнительного образования для развития кадрового потенциала //Региональные проблемы преобразования экономики. – 2025. – №. 4 (174). – С. 21-25.
6. Шипицына Е.В. Особенности цифровизации документооборота в высших учебных заведениях. Global and Regional Research. 2024. Т. 6. № 2. С. 186-193.

Assessment of the economic efficiency of implementing ai solutions in the management processes of the university

Saichenko O.A.

Saint Petersburg State Marine Technical University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article addresses the problem of economic justification for managerial decisions regarding the implementation of artificial intelligence in university administrative processes. The relevance of the work is determined by the fact that most Russian universities are currently transitioning to a model of financial independence, which requires a more rigorous approach to cost planning and performance evaluation. Administrative activities have traditionally involved a large volume of routine operations performed manually, and it is here that the authors see the main reserve for improving efficiency. However, the difficulty lies in the fact that heads of educational institutions do not have clear tools for calculating how quickly investments in intelligent systems will pay off and what economic effect they will bring. Based on collected empirical data on employee labor costs and the cost of implementing relevant digital platforms, the return on investment indicator was calculated over a three-year planning horizon. It has been established that the maximum economic effect is achieved in processes with a high volume of routine operations for data consolidation and verification; the estimated ROI ranges from 1.9 to 3.1 depending on the specifics of the process and the initial conditions of implementation. Along with direct savings in the wage fund, indirect results were recorded, including a reduction in the number of errors in information processing, acceleration of managerial decision-making, and freeing up employee time for analytical tasks. It is concluded that the economic feasibility of introducing AI is not limited to simply reducing staff numbers but requires taking into account institutional, legal, and personnel factors that affect the overall efficiency of the university's digital transformation. The proposed approach can be used by heads of educational organizations to justify budget requests and select priority areas for automating administrative activities.

Keywords: artificial intelligence, university administrative processes, economic efficiency, digital transformation, return on investment, optimization of management costs, electronic document management, automation of accounting, human resources potential, higher education.

References

1. Davydov S. G. et al. Artificial Intelligence in Russian Higher Education: Current Status and Development Prospects // University Management: Practice and Analysis. - 2024. - Vol. 28. - No. 3. - Pp. 32-44.
2. Demushkin D. I. Conceptual Model for Improving the Efficiency of Digital Transformation of Higher Education Organizations // Economics and Management: Problems, Solutions. - 2025. - Vol. 5. - No. 9 (162). - Pp. 160.
3. Dolzhenko R. A. Directions for Improving the Organizational Efficiency of a University. News of Higher Education Institutions. Series: Economics, Finance, and Production Management. 2025. No. 4 (66). Pp. 52-59.
4. Kiselev A. S. Specifics, problems, risks and prospects of legal regulation of public relations in the field of education in the context of the introduction of artificial intelligence // Bulletin of Perm University. Legal sciences. - 2026. - No. 1 (71). - P. 26-55.
5. Tikhonyuk N. E., Kislyakov A. N., Kornilova O. A. Assessing the effectiveness of using artificial intelligence technologies to form educational products of higher and additional education for the development of human resources // Regional problems of economic transformation. - 2025. - No. 4 (174). - P. 21-25.
6. Shipitsyna E. V. Features of digitalization of document flow in higher educational institutions. Global and Regional Research. 2024. Vol. 6. No. 2. P. 186-193.

Адаптация системы занятости к демографическому спаду: институциональные механизмы и управленческие решения

Сопига Вячеслав Анатольевич
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Уральский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, a44a33@mail.ru

В статье исследуются институциональные механизмы и управленческие решения, направленные на адаптацию системы занятости к демографическому спаду в Российской Федерации. Актуальность работы обусловлена устойчивым сокращением численности трудоспособного населения, старением возрастной структуры и нарастающим кадровым дефицитом в большинстве отраслей экономики. На основе системного, институционального и статистического подходов проанализированы ключевые демографические тренды и их влияние на структуру спроса и предложения рабочей силы. Проведена оценка эффективности национальных проектов и государственных программ в сфере занятости и демографии, выявлены системные проблемы и риски их реализации. Исследованы меры по вовлечению граждан старших возрастов, инвалидов и женщин с семейными обязанностями, а также роль гибких форм занятости и цифровых технологий в компенсации кадрового дефицита. Обоснованы предложения по совершенствованию институциональных механизмов и управленческих решений. Сформулированы перспективные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: демографический спад, занятость населения, институциональные механизмы, национальные проекты, гибкие формы занятости, цифровые технологии, старшее поколение, кадровый дефицит, управленческие решения.

Введение

Современная динамика социально-экономического развития Российской Федерации характеризуется нарастанием структурных диспропорций на рынке труда, обусловленных долговременными демографическими трендами. Суженное воспроизводство населения, прогрессирующее старение возрастной структуры и сокращение численности лиц трудоспособного возраста формируют объективные ограничения для обеспечения отраслей экономики необходимыми кадровыми ресурсами. В этих условиях проблема адаптации системы занятости к демографическому спаду приобретает характер стратегического приоритета государственной политики, требующего пересмотра сложившихся институциональных механизмов и управленческих решений.

Актуальность настоящего исследования определяется комплексом взаимосвязанных факторов. В Российской Федерации фиксируется устойчивое снижение численности населения в трудоспособном возрасте, что при сохранении текущих тенденций приведет к дальнейшему усилению дефицита рабочей силы в большинстве отраслей экономики. Существующие национальные и региональные программы занятости, несмотря на значительные бюджетные ассигнования, демонстрируют неоднородную эффективность и недостаточную адаптивность к изменяющимся демографическим условиям. Потенциал вовлечения в трудовую деятельность граждан старших возрастов, инвалидов и женщин с семейными обязанностями используется не в полной мере, что во многом обусловлено институциональными барьерами и отсутствием гибких организационно-трудовых механизмов. Цифровая трансформация экономики создает как новые возможности для компенсации кадрового дефицита за счет гибких форм занятости, так и дополнительные риски, связанные с неравенством доступа к технологиям и изменением требований к профессиональным компетенциям.

Цель исследования состоит в обосновании направлений адаптации системы занятости к демографическому спаду на основе анализа институциональных механизмов и управленческих решений, реализуемых на федеральном и региональном уровнях. Для достижения указанной цели в работе решаются следующие задачи. Прежде всего, необходимо выявить ключевые демографические тренды, определяющие динамику численности и возрастной структуры населения, и на этой основе оценить их влияние на конфигурацию спроса и предложения рабочей силы в разрезе отраслей и территорий. В свою очередь, требуется систематизировать существующие теоретико-методологические подходы к исследованию институциональных механизмов адаптации населения, что позволит разработать обоснованные критерии для оценки их результативности с акцентом на способность обеспечивать сбалансированность рынка труда в условиях демографических ограничений. Наряду с этим следует провести критический анализ эффективности национальных проектов и государственных программ, направленных на регулирование занятости и поддержку демографического развития, с выделением системных проблем, институциональных разрывов и ключевых рисков, препятствующих достижению заявленных целей. Кроме того, необходимо исследовать комплекс мер, реализуемых для вовлечения в экономическую деятельность граждан старших возрастов, инвалидов и женщин с семейными обязанностями, оценив их достаточность, адресность и реальную результативность с учётом региональной специфики. Важным аспектом анализа выступает определение роли гибких форм занятости и цифровых технологий в компенсации дефицита кадров, а также выявление институциональных ограничений, сдерживающих их распространение в различных секторах экономики и социальных группах. На основе интеграции полученных результатов предстоит сформулировать конкретные предложения по совершенствованию управленческих решений, направленных на адаптацию системы занятости к демографическим вызовам, с учётом как федеральных приоритетов, так и региональных особенностей.

Методологическая основа исследования базируется на синтезе системного, институционального и статистического подходов, что позволяет рассматривать адаптацию системы занятости как многомерный процесс, интегрирующий демографические, экономические и социальные измерения. В работе применены общенаучные методы анализа и синтеза, индукции и дедукции, позволяющие обобщить эмпирические данные и выявить причинно-следственные связи между демографическими изменениями и трансформацией занятости. Использован метод сравнительного анализа для сопоставления федеральных и региональных программ,

а также для выявления различий в эффективности институциональных механизмов в разных субъектах Российской Федерации. Статистический анализ, основанный на данных Федеральной службы государственной статистики и результатах социологических исследований, применен для количественной оценки демографических и трудовых показателей. Метод анализа документов использован для изучения нормативно-правовых актов, паспортов национальных проектов и стратегических документов федерального и регионального уровней. В методологии исследования задействованы элементы экономико-математического моделирования, в частности индексный метод, предложенный в исследованиях Н.Д. Кремлева для оценки результативности институциональных механизмов адаптации населения [10].

Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические материалы Росстата, данные территориальных органов статистики, отчеты о реализации национальных проектов, паспорта федеральных и региональных программ, аналитические обзоры Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, а также результаты социологических опросов, проведенных Всероссийским центром изучения общественного мнения и научными коллективами. Дополнительно использованы публикации российских ученых по проблематике рынка труда, демографической политики и институциональной экономики.

Демографические вызовы и трансформация занятости

Анализ демографической ситуации в Российской Федерации свидетельствует о нарастании дисбаланса между потребностями экономики в трудовых ресурсах и возможностями их восполнения. По данным Росстата, численность населения в трудоспособном возрасте устойчиво сокращается, что обусловлено как естественной убылью, так и возрастной структурой, сформировавшейся в предшествующие десятилетия. Естественная убыль населения составила в 2022 году 501,6 тысячи человек и в 2023 году 394,6 тысячи человек, при этом суммарный коэффициент рождаемости снизился с 1,505 в 2021 году до 1,416 в 2022 году, что существенно ниже уровня, необходимого для простого воспроизводства [18, с. 42]. Как обоснованно утверждают Г.Л. Подвойский и В.А. Прокудин, рождаемость в России находится на уровне, не обеспечивающем простого воспроизводства населения, а снижение общей численности населения сопровождается его старением, что ведет к сокращению предложения рабочей силы [18, с. 43]. Указанные тенденции в ближайшие десятилетия будут лишь усугубляться, поскольку в активный трудоспособный возраст вступают малочисленные поколения 1990-х годов.

Важным аспектом является изменение возрастной структуры рабочей силы. С 2008 года численность работников в возрасте 20-24 лет сократилась более чем вдвое, а количество занятых в предпенсионном возрасте 60-64 лет, напротив, возросло, что частично связано с поэтапным повышением пенсионного возраста [18, с. 44]. Одновременно наблюдается значительный переток молодежи из реального сектора экономики в сферу услуг, что усиливает структурный дисбаланс на рынке труда. Е.Л. Андреянова указывает, что в промышленно развитых отраслях, отвечающих задачам научно-технологического развития, в большей мере необходима связка высокотехнологичного оборудования и высококвалифицированных кадров, тогда как сфера услуг, будучи наиболее гибкой к нормам гибкого рынка труда, во многом зависит от применения управленческих методов и организационных решений [1, с. 149]. Данное различие обусловливает дифференциацию кадрового дефицита по отраслям и регионам.

Региональная дифференциация демографических процессов усиливает неравномерность кадрового обеспечения. Согласно данным, представленным в работе Г.В. Белеховой и соавторов, Вологодская область, являющаяся типичным регионом по большинству социально-экономических параметров, характеризуется очень высоким уровнем демографического старения, при этом удельный вес жителей старше 60 лет превышает 24 процента [3, с. 182]. Аналогичные тенденции фиксируются во многих субъектах Российской Федерации, особенно в Центральной России и на Северо-Западе. Влияние пандемии COVID-19, как отмечают Подвойский и Прокудин, привело к увеличению смертности и снижению рождаемости, а также к разбалансировке занятости в ряде отраслей, однако одновременно ускорило применение прорывных разработок в сфере искусственного интеллекта и цифровых технологий [18, с. 46]. Миграционные процессы, традиционно рассматриваемые как важный источник компенсации естественной убыли, демонстрируют нестабильную динамику, при этом основную долю мигрантов составляют неквалифицированные работники, тогда как потребность в квалифицированных специалистах покрывается в ограниченном объеме. Таким образом, демографические вызовы формируют объективную потребность в трансформации системы занятости, предполагающей не только количественное восполнение трудовых ресурсов, но и качественное изменение подходов к управлению персоналом.

Институциональные механизмы адаптации: теоретические подходы и оценка результативности

Теоретическое осмысление институциональных механизмов адаптации населения к изменяющимся социально-экономическим условиям находится на стыке экономической теории, социологии и государственного управления. В работах Н.Д. Кремлева предложено рассматривать институциональные механизмы адаптации населения как совокупность последовательных действий сектора государственного управления по обеспечению благоприятных условий жизни людей и деятельности предприятий посредством выполнения формальных и неформальных правил, норм и стандартов с целью повышения качества жизни населения [10, с. 274]. Данная дефиниция акцентирует инструментальную роль государства в создании адаптационной среды. В свою очередь, К.С. Гончарова интерпретирует институциональные механизмы как самоорганизацию развития местных сообществ, способ адаптации населения к динамично меняющимся условиям, в основе которых лежит социальная практика, отражающая социокультурные ценности и экономическую специфику территории [5, с. 99]. Такой подход расширяет рамки анализа, включая неформальные институты и культурные факторы. И.Б. Илюхина и С.А. Ильминская связывают эффективную работу институционального механизма с вмешательством государства в экономические процессы, реализуемым в форме региональной политики [9, с. 47]. В совокупности указанные подходы позволяют рассматривать институциональные механизмы как многоуровневую систему, включающую формальные институты, неформальные нормы и организационные структуры.

Для оценки результативности институциональных механизмов Н.Д. Кремлевым предложен статистический подход, основанный на агрегировании системы социально-экономических показателей, характеризующих воспроизводственный потенциал территории [10, с. 276]. В качестве критериев выделены три уровня результативности, определяемые темпами прироста основных индикаторов. Интегральный индекс рассчитывается как среднее арифметическое цепных индексов по девяти ключевым показателям, включая численность населения, коэффициенты рождаемости и смертности, ожидаемую продолжительность жизни, валовой региональный продукт, реальные доходы населения, уровень бедности, безработицу и инфляцию. Апробация на материалах Курганской области за 2013-2020 годы показала, что адаптация населения оценивается как равновесно средний уровень, при этом в других регионах Уральского федерального округа зафиксирована существенная дифференциация: в Тюменской, Челябинской и Свердловской областях уровень адаптации признан результативно высоким, тогда как в Курганской области – низким [10, с. 278]. Выявленная дифференциация свидетельствует о неравномерной эффективности применяемых институциональных механизмов в различных субъектах Федерации, что обусловлено как различиями в исходных социально-экономических условиях, так и ограниченностью инструментов межрегионального перераспределения ресурсов и координации управленческих решений.

В контексте адаптации системы занятости к демографическому спаду особое значение приобретает интегративная модель социально-экономического развития человеческого потенциала, предложенная Т.Д. Степановой. В рамках данного подхода обосновывается необходимость перехода от рыночно-центрированной к социально-ориентированной парадигме развития, выделяются пять взаимосвязанных структурных компонентов, охватывающих образование, здравоохранение, рынок труда, социальную сферу и институциональные условия [20, с. 206]. В другом исследовательском направлении, связанном с анализом smart-экономики как фактора модернизации региональной инновационной системы, разработан интегральный индекс на основе трёх нормированных блоков, включающих цифровую инфраструктуру, человеческий капитал и инновационно-технологическую активность [12, с. 266]. В ходе апробации данной методики, проведённой С.А. Махошевой на материалах Кабардино-Балкарской Республики, установлено, что цифровая составляющая демонстрирует устойчивую динамику, тогда как инновационная компонента развивается замедленными темпами и выступает главным ограничителем перехода к интеллектуальной экономической модели [12, с. 272]. Обобщение рассмотренных теоретических подходов позволяет заключить, что результативность институциональных механизмов определяется их способностью обеспечивать равновесие между спросом и предложением рабочей силы и создавать условия для вовлечения всех социально-демографических групп населения в трудовую деятельность.

Национальные проекты и государственные программы: реализация и эффективность

В системе государственного управления национальные проекты выступают основным инструментом достижения стратегических целей, включая регулирование занятости и демографическое развитие. В период 2019-2024 годов реализовывался комплекс проектов, среди которых ключевое значение имели «Демография», «Цифровая экономика» и «Производительность труда и поддержка занятости». Общий объем финансирования составил 25,7 трлн рублей, при этом наибольшая доля расходов приходилась на социальную сферу [19, с. 138]. Е.С. Силова отмечает, что национальные проекты ставят важные задачи, однако их реализация сталкивается с системными проблемами, включая непроработанность и влияние пандемии [19, с. 139]. Исполнение проектов в 2019 году составило 91,4 процента, при этом самые низкие показатели зафиксированы по проектам «Цифровая экономика» (73,3 процента) и «Экология» (66,3 процента) [19, с. 139]. В 2020 году в связи с пандемией бюджетные ассигнования были пересмотрены: расходы на проект «Здравоохранение» увеличены на 97 процентов, тогда как на «Цифровую экономику» сокращены на 25 процентов [19, с. 141]. Приведённые данные отражают ситуативный характер корректировки финансовых приоритетов, обусловленный внешними шоками, и указывают на отсутствие устойчивого механизма распределения ресурсов между проектами, ориентированными на долгосрочные структурные преобразования. Указанное обстоятельство создаёт риски для процесса системной цифровой трансформации сферы занятости и замедляет внедрение инструментов, способных компенсировать демографический дефицит кадров.

Важной проблемой является дублирование национальных проектов и государственных программ. Как показано в исследовании А.В. Мухачёвой, национальные проекты в социальной сфере и государственные программы имеют пересекающиеся названия, цели и структуру, что ведет к неэффективному расходованию средств и размыванию ответственности [13, с. 53]. Наличие двух документов одинаковой направленности создает избыточную бюрократическую нагрузку и затрудняет мониторинг. В региональном аспекте, по данным Мухачёвой, проекция целей национальных проектов на субъекты Федерации часто осуществляется без учета региональной специфики, а целевые показатели оказываются завышенными или невыполнимыми из-за дефицита ресурсов [13, с. 58]. Социологический опрос, проведенный В.К. Левашовым, Н.М. Великой и И.С. Шушпановой, показал, что информированность граждан о национальном проекте «Демография» остается крайне низкой: полностью информированы лишь 2,7 процента россиян, а индекс информированности составляет -0,4 [11, с. 22]. При этом рейтинг важности проекта для населения невысок: лишь 21 процент опрошенных отметили его значимость лично для них, тогда как для общества в целом – 34 процента [11, с. 22]. Счетная палата указывает на риски невыполнения плановых показателей, низкий темп освоения средств и корректировку целевых значений [14, с. 137]. Таким образом, повышение эффективности требует перехода от ситуативного реагирования к стратегическому планированию и усиления общественного контроля.

Вовлечение граждан старших возрастов, женщин с детьми и инвалидов

Демографический спад актуализирует задачу максимального использования трудового потенциала всех категорий населения. В отношении граждан старшего поколения государственная политика строится на основе Стратегии действий до 2025 года и федерального проекта «Старшее поколение». Н.Л. Гончарова, Ю.А. Дуболазова и И.А. Рудская отмечают, что существующая градация старшего поколения (60-64, 65-80, старше 80 лет) не учитывает предпенсионный возраст с 50 лет, когда еще возможно предотвратить проблемы со здоровьем и накопить финансовые ресурсы [6, с. 113]. Авторы предлагают расширить охват, включив предпенсионеров в состав целевой группы. В рамках федерального проекта предусмотрено ежегодное обучение 75 тысяч предпенсионеров, однако реализация сталкивается с недостатком финансирования и кадровым дефицитом в гериатрической службе [6, с. 116]. Эмпирическое исследование Г.В. Белеховой и соавторов на материалах Вологодской области выявило ключевые проблемы: низкий уровень материального обеспечения, неудовлетворительное состояние здоровья, гендерный разрыв в ожидаемой продолжительности жизни, социальное одиночество и подверженность стрессам [3, с. 184]. Сопоставление с региональной программой показало, что основное внимание уделяется здоровью, тогда как вопросы материального достатка, досуговой активности и психологической поддержки проработаны слабо, а проблема эйджизма не находит отражения [3, с. 189]. Анализ законодательства стран СНГ, проведенный С.В. Ануфриевой, Е.А. Харазян и С.В. Нарутто, свидетельствует о большей детализации российских мер, однако их реализация остается фрагментарной [2, с. 240].

Вовлечение женщин с семейными обязанностями требует развития гибких форм занятости. Н.В. Тонких, М.В. Чудиновских и С.В. Бегичева на основе социологического опроса доказали, что сотрудники с гибким рабочим временем более удовлетворены работой и жизнью, а гибкие условия труда востребованы лицами с родительскими обязанностями [21, с. 94]. Е.В. Вашаломидзе и М.М. Крекова систематизировали лучшие практики корпоративной социальной политики, включая гибкий график, удаленную работу, социальные гарантии, жилищные программы и образовательные инициативы для женщин в декрете [4, с. 360]. Однако, по данным Российского союза промышленников и предпринимателей, лишь около 25 процентов компаний реализуют специальные программы для женщин, что свидетельствует о неиспользованном потенциале [4, с. 364]. Занятость инвалидов, несмотря на квоты и меры по созданию специальных рабочих мест, остается низкой. Новый закон «О занятости населения» закрепляет самозанятость и платформенную занятость, что создает правовую основу для вовлечения инвалидов [1, с. 143], однако для реализации этого потенциала необходима адаптация цифровых платформ и формирование инклюзивной культуры.

Гибкие формы занятости и цифровые технологии

Цифровая трансформация открывает новые возможности для компенсации кадрового дефицита. И.Ю. Пащенко отмечает, что цифровые технологии выступают инструментом укрепления занятости, при этом правовое регулирование их применения находится на стадии формирования [17, с. 52]. Единая цифровая платформа «Работа в России» предполагает применение технологий интеллектуального поиска, однако в законодательстве отсутствует указание на конкретные технологии, что создает правовую неопределенность [17, с. 53]. С.А. Махошева подчеркивает, что цифровая трансформация изменяет структуру рабочих мест и требования к компетенциям, однако инновационный блок развивается медленнее, чем цифровая инфраструктура [12, с. 272]. А.В. Мухачёва и Е.Ф. Никитская выделяют положительные экстерналии цифровизации (рост производительности, улучшение условий занятости) и отрицательные (цифровое неравенство, дифференциация доходов, необходимость непрерывного обучения) [15, с. 866]. Е.Л. Андреянова указывает, что удаленный формат работы имеют 25 процентов россиян, но в регионах промышленной специализации он ограничен [1, с. 143]. Н.И. Нагибина и Д.С. Брагина на основе анализа практик компаний доказывают, что гибкий график повышает удовлетворенность и снижает текучесть, однако его внедрение требует институциональной поддержки [16, с. 259]. Таким образом, гибкие формы занятости обладают значительным потенциалом, но их эффективное использование требует совершенствования правового регулирования и развития инфраструктуры.

Интеграция корпоративной демографической политики и управленческие решения

Эффективная адаптация системы занятости невозможна без активного участия корпоративного сектора. Н.В. Тонких и соавторы разработали модель интеграции гибких организационно-трудовых инструментов корпоративной демографической политики в систему управления персоналом, включая предоставление гибких режимов рабочего времени и гибких рабочих мест [21, с. 96]. Предложен алгоритм внедрения, предусматривающий оценку текущего состояния, выявление запроса, определение технических и правовых возможностей, реализацию пилотных проектов и мониторинг изменений. Для количественной оценки эффектов предложены HR-метрики, включая долю персонала, работающего более 40 часов в неделю, уровень удовлетворенности режимом труда, текучесть кадров среди женщин, выходящих из декрета, и экономические метрики [21, с. 99]. Е.В. Вашаломидзе и М.М. Крекова подчеркивают, что корпоративная социальная политика должна рассматриваться как инвестиция в человеческий капитал, а для ее масштабирования необходимы налоговые льготы, субсидирование и методическая помощь [4, с. 367]. Управленческие решения должны быть направлены на усиление координации между уровнями власти, совершенствование механизмов вовлечения уязвимых групп, развитие гибких форм занятости, усиление социального партнерства и создание системы постоянного мониторинга рынка труда с включением социологических оценок.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сформировать целостное представление о состоянии и направлениях адаптации системы занятости к демографическому спаду в Российской Федерации. Анализ пока-

зал, что демографический спад, проявляющийся в устойчивом сокращении численности трудоспособного населения и прогрессирующем старении возрастной структуры, формирует объективные ограничения для развития экономики и требует не точечных корректировок, а системной трансформации институциональных механизмов регулирования занятости. Установлено, что институциональные механизмы адаптации населения представляют собой многоуровневую конструкцию, результативность которой определяется не только объёмом финансирования, но и качеством управления, согласованностью действий федеральных и региональных органов власти, а также учётом пространственной и отраслевой специфики. На основе проведённого анализа установлено, что национальные проекты и государственные программы при значительных объёмах бюджетного финансирования демонстрируют неравномерную отдачу, совпадение целевых ориентиров и мероприятий, а также низкий уровень осведомлённости граждан о процессе их исполнения, что обусловливает необходимость унификации программно-целевых документов и повышения прозрачности контроля за выполнением плановых показателей.

Анализ практик, направленных на расширение занятости граждан старших возрастных групп, женщин с семейными обязанностями и лиц с инвалидностью, показывает, что основными сдерживающими факторами выступают институциональные ограничения: низкая распространённость гибких форм занятости, недостаточная адаптация рабочих мест к особым потребностям указанных категорий и сохраняющиеся дискриминационные стереотипы. Преодоление данных барьеров требует комплекса мер, включающего государственную поддержку, развитие корпоративных программ и трансформацию общественных установок, нацеленную на формирование инклюзивной среды в сфере трудовых отношений. Гибкие занятостные модели и цифровые решения представляют собой значимый ресурс для восполнения кадрового дефицита, однако их эффективное применение сопряжено с необходимостью институционального обеспечения, включая приведение нормативной базы в соответствие с новыми формами занятости, развитие цифровой инфраструктуры и минимизацию негативных побочных эффектов, в том числе цифрового неравенства и усиления дифференциации доходов.

Проведённый анализ показывает, что корпоративная демографическая политика представляет собой значимый механизм адаптации системы занятости, позволяющий привлекать ресурсы предпринимательского сектора к решению демографических задач. Масштабирование данной практики предполагает усиление государственного стимулирования, развитие системы методического сопровождения и системное распространение успешных моделей через отраслевые ассоциации и цифровые платформы. В качестве перспективных направлений дальнейших исследований рассматриваются углублённый анализ региональной специфики адаптации занятости, разработка инструментов прогнозирования кадровых потребностей с учётом различных демографических сценариев, оценка эффективности корпоративных программ, а также изучение воздействия искусственного интеллекта на структуру занятости и трансформацию профессиональных требований. Реализация указанных задач будет способствовать формированию устойчивой и эластичной системы занятости, способной сохранять эффективность в условиях долгосрочных демографических ограничений и поддерживать достойное качество жизни всех категорий населения.

Литература

1. Андреянова Е. Л. Направления расширения занятости населения в условиях кадрового дефицита // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2025. – № 69. – С. 141-153.
2. Ануфриева С. В., Харазян Е. А., Нарутто С. В. Анализ законодательства в сфере поддержки старшего поколения в России и зарубежных странах СНГ // Приоритеты конституционного развития России и стран Содружества независимых государств : сборник научных трудов, к 30-летию Конституции Российской Федерации. – Москва : Издательство "Саратовский источник", 2023. – С. 236-248.
3. Белехова Г. В., и др. Проблемы обеспечения благополучия старшего поколения в контексте региональной социальной политики // Народонаселение. – 2024. – Т. 27. – № 3. – С. 180-192.
4. Вашаломидзе Е. В., Крекова М. М. Социальное партнерство как фактор гармонизации кадровой политики // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2025. – Т. 253. – № 3. – С. 357-368.
5. Гончарова К. С. Институциональные механизмы адаптации населения в контексте интеграции современных подходов // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2022. – № 5. – С. 98-125.
6. Гончарова Н. Л., Дуболазова Ю. А., Рудская И. А. Направления и инструменты государственной политики в области содействия интересам граждан старшего поколения в Российской Федерации // Естественно-гуманитарные исследования. – 2022. – № 1 (39). – С. 112-122.
7. Губанова Е. В., Зазимко В. Л., Газизьянова Ю. Ю. Формирование устойчивой модели развития АПК региона на основе сочетания экономической эффективности и развития сельских территорий // Вестник НГИЭИ. – 2026. – № 4 (179). – С. 83-93.
8. Кремлев Н. Д. Стратегические направления развития институциональных механизмов управления и адаптации к ним населения региона // Статистика и экономика. – 2023. – Т. 20. – № 6. – С. 59-69.
9. Кремлев Н. Д. Сущность институциональных механизмов адаптации населения и оценка их результативности // Статистика и экономика. – 2022. – Т. 19. – № 5. – С. 13-24.
10. Кремлев Н. Д. Статистический подход к оценке результативности институциональных механизмов адаптации населения к современным угрозам // Проблемы национальной экономики в цифрах статистики : материалы IX международной научно-практической конференции, Тамбов, 13 декабря 2022 года. – Тамбов : Издательский дом "Державинский", 2023. – С. 272-282.
11. Левашов В. К., Великая Н. М., Шушпанова И. С. Граждане о реализации национального проекта «Демография» в России // Вопросы управления. – 2022. – № 3 (76). – С. 19-31.
12. Махошева С. А. Smart-экономика как драйвер трансформации региональной инновационной системы: комплексная оценка, модели и механизмы развития // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2025. – Т. 27. – № 6. – С. 265-278.
13. Мухачёва А. В. Национальные проекты в социальной сфере: эффективность реализации, региональные риски, применение цифровых технологий // Муниципалитет: экономика и управление. – 2025. – № 1 (50). – С. 49-66.
14. Мухачева А. В. Реализация национальных проектов в социальной сфере в условиях цифровой экономики и дефицита ресурсов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2025. – Т. 10. – № 1 (35). – С. 132-146.
15. Мухачева А. В., Никитская Е. Ф. Развитие цифрового потенциала региона в управлении качеством жизни населения // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14. – № 3. – С. 859-884.
16. Нагибина Н. И., Брагина Д. С. Тренды в C&B (компенсациях и льготах) в аспекте повышения эффективности управления персоналом // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2024. – № 2. – С. 246-266.
17. Пащенко И. Ю. Цифровые технологии как инструмент укрепления занятости и кадрового обеспечения: федеральное и региональное (на примере Краснодарского края) регулирование, проблемы и перспективы применения // Административное и муниципальное право. – 2024. – № 4. – С. 49-70.
18. Подвойский Г. Л., Прокудин В. А. Дефицит работников в новых условиях развития национальной экономики // Социально-трудовые исследования. – 2024. – № 2 (55). – С. 41-53.
19. Силова Е. С. Актуальные проблемы реализации национальных проектов в России // Вестник Челябинского государственного университета. – 2022. – № 11 (469). – С. 137-144.
20. Степанова Т. Д. Интегративная модель социально-экономического развития человеческого потенциала: адаптация к вызовам современной России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2025. – Т. 18. – № 4. – С. 199-213.
21. Тонких Н. В., Чудиновских М. В., Бегичева С. В. Интеграция гибких инструментов корпоративной демографической политики в систему управления персоналом // Управленец. – 2024. – Т. 15. – № 5. – С. 87-102.

Adaptation of the Employment System to Demographic Decline: Institutional Mechanisms and Managerial Solutions

Sopiga Vy.A.
Ural Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines institutional mechanisms and managerial solutions aimed at adapting the employment system to demographic decline in the Russian Federation. The relevance of the study is determined by the steady reduction in the working-age population, the ageing age structure, and the growing personnel shortage in most economic sectors. Based on systemic, institutional and statistical approaches, the study analyses key demographic trends and their impact on the structure of labour demand and supply. The effectiveness of national projects and state programmes in the sphere of employment and demography is assessed, and systemic problems and risks of their implementation are identified. The measures to involve older citizens, persons with disabilities and women with family responsibilities in economic activity are investigated, as well as the role of flexible forms of employment and digital technologies in compensating for the personnel shortage. Proposals for improving institutional mechanisms and managerial decisions are substantiated. Promising directions for further research are formulated.

Keywords: demographic decline, employment system adaptation, institutional mechanisms, national projects, flexible employment, digital technologies, older generation.

References

1. Andreyanova E. L. Directions for expanding employment in the context of labor shortages // Vestnik of Tomsk State University. Economics. – 2025. – No. 69. – P. 141-153.
2. Anufrieva S. V., Kharazyan E. A., Narutto S. V. Analysis of legislation in supporting the older generation in Russia and CIS countries // Priorities of constitutional development of Russia and the Commonwealth of Independent States: collection of scientific papers, for the 30th anniversary of the Constitution of the Russian Federation. – Moscow: "Saratov Source", 2023. – P. 236-248.
3. Belekhova G. V., et al. Problems of ensuring the well-being of the older generation in the context of regional social policy // Demography. – 2024. – Vol. 27. – No. 3. – P. 180-192.
4. Vashalomidze E. V., Krekova M. M. Social partnership as a factor in harmonizing personnel policy // Scientific Works of the Free Economic Society of Russia. – 2025. – Vol. 253. – No. 3. – P. 357-368.
5. Goncharova K. S. Institutional mechanisms of population adaptation in the context of integrating modern approaches // ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice. – 2022. – No. 5. – P. 98-125.
6. Goncharova N. L., Dubolazova Y. A., Rudskaya I. A. Directions and tools of state policy to promote the interests of the older generation in the Russian Federation // Natural and Humanities Research. – 2022. – No. 1 (39). – P. 112-122.
7. Gubanova E. V., Zazimko V. L., Gazizyanova Y. Y. Formation of a sustainable model for the development of the regional agro-industrial complex based on the combination of economic efficiency and rural development // Vestnik NGIEI. – 2026. – No. 4 (179). – P. 83-93.
8. Kremlev N. D. Strategic directions for the development of institutional management mechanisms and population adaptation in the region // Statistics and Economics. – 2023. – Vol. 20. – No. 6. – P. 59-69.
9. Kremlev N. D. The essence of institutional mechanisms for population adaptation and assessment of their effectiveness // Statistics and Economics. – 2022. – Vol. 19. – No. 5. – P. 13-24.
10. Kremlev N. D. A statistical approach to assessing the effectiveness of institutional mechanisms for population adaptation to modern threats // Problems of the national economy in statistical figures: materials of the IX International Scientific and Practical Conference, Tambov, December 13, 2022. – Tambov: Derzhavinsky Publishing House, 2023. – P. 272-282.
11. Levashov V. K., Velikaya N. M., Shushpanova I. S. Citizens on the implementation of the Russian national project "Demography" // Management Issues. – 2022. – No. 3 (76). – P. 19-31.
12. Makhosheva S. A. Smart economy as a driver of transformation of the regional innovation system: comprehensive assessment, models, and development mechanisms // Proceedings of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the RAS. – 2025. – Vol. 27. – No. 6. – P. 265-278.
13. Mukhachyova A. V. National projects in the social sphere: implementation efficiency, regional risks, application of digital technologies // Municipality: Economics and Management. – 2025. – No. 1 (50). – P. 49-66.
14. Mukhachyova A. V. Implementation of national projects in the social sphere in the context of the digital economy and resource shortages // Vestnik of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences. – 2025. – Vol. 10. – No. 1 (35). – P. 132-146.
15. Mukhachyova A. V., Nikitskaya E. F. Development of the region's digital potential in managing the quality of life of the population // Economics, Entrepreneurship and Law. – 2024. – Vol. 14. – No. 3. – P. 859-884.
16. Nagibina N. I., Bragina D. S. Trends in C&B (compensation and benefits) in terms of improving personnel management efficiency // Vestnik of Perm National Research Polytechnic University. Socio-economic Sciences. – 2024. – No. 2. – P. 246-266.
17. Pashchenko I. Y. Digital technologies as a tool for strengthening employment and staffing: federal and regional regulation (on the example of Krasnodar krai), problems and prospects for application // Administrative and Municipal Law. – 2024. – No. 4. – P. 49-70.
18. Podvoysky G. L., Prokudin V. A. Workforce shortages under new conditions of the national economy development // Social and Labor Research. – 2024. – No. 2 (55). – P. 41-53.
19. Silova E. S. Current problems of implementing national projects in Russia // Vestnik of Chelyabinsk State University. – 2022. – No. 11 (469). – P. 137-144.
20. Stepanova T. D. Integrative model of socio-economic development of human potential: adapting to the challenges of modern Russia // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2025. – Vol. 18. – No. 4. – P. 199-213.
21. Tonkhikh N. V., Chudinovskikh M. V., Begicheva S. V. Integration of flexible corporate demographic policy instruments into personnel management system // Upravlenets. – 2024. – Vol. 15. – No. 5. – P. 87-102.

Совершенствование маркетинговой деятельности компаний малого бизнеса в сегменте розничной торговли на основе цифровой трансформации: опыт и результаты

Сорокин Александр Иванович
к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент и маркетинг», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Sorok51@yandex.ru,

Оганян Сергей Арсенович
магистрант, кафедра «Менеджмент и маркетинг», Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, joyniefishy@mail.ru

В статье представлены результаты первого этапа реализации комплексной программы совершенствования маркетинговой деятельности представителя малого бизнеса в Санкт-Петербурге. Программа разработана на основе стратегического анализа рыночной позиции компании и направлена на интеграцию современных инструментов маркетингового взаимодействия компании и покупателей в бизнес-практику.
В ней раскрывается содержание внедрённых мероприятий в области цифрового маркетинга, таких как, CRM-системы, программы лояльности, товарной и ценовой политики, офлайн-клиентского опыта. Оценка экономической результатов и эффективности мероприятий основывается на дисконтированных денежных потоках. Показано, что комплекс предложенных мер в состоянии обеспечить устойчивую положительную динамику результатов и достичь окупаемости в течение 28–30 месяцев. Результаты расчетов подтверждают стратегическую целесообразность выбранного направления совершенствования для малых предприятий розничной торговли премиального (и не только) сегмента бизнеса.
Ключевые слова: маркетинговая деятельность, цифровой маркетинг, CRM-система, программа лояльности, люксовый ритейл, эффективность маркетинговых инвестиций, ROMI.

Рынок премиальной и люксовой одежды в России, несмотря на макроэкономические и геополитические вызовы, демонстрирует устойчивый рост. По агрегированным экспертным данным, в 2025 году его объём достиг порядка 475 млрд руб., а доля онлайн-продаж выросла до 44% [4]. В этих условиях небольшие компании, дабы не потерять свою долю рынка, вынуждены перестраивать маркетинговую деятельность, интегрируя цифровые каналы коммуникации, CRM-системы и омниканальные модели обслуживания. Это полностью соответствует фундаментальному положению, сформулированному Питером Друкером: «Поскольку цель бизнеса – создавать потребителя, любое предприятие имеет две (и только две) основные функции: маркетинг и инновации. Именно они создают результат, а все остальное – лишь издержки» [2, с. 48]. Компания «М63», независимый мультибрендовый продавец одежды в Санкт-Петербурге, к началу 2026 года оказалась перед необходимостью системного обновления маркетинга, столкнувшись с проблемами узнаваемости бренда среди значительной доли потенциальных покупателей, привязанных к онлайн-покупкам.

Цель статьи – оценка первых результатов внедрения комплекса маркетинговых мероприятий, разработанных для компании малого бизнеса, и оценить их экономическую эффективность. Новизна подхода заключается в том, что для малого люксового ритейлера впервые обоснована и частично реализована программа, объединяющая цифровую стратегию, автоматизацию взаимоотношений с клиентами, программу лояльности, оптимизацию ассортимента и омниканальный клиентский опыт. В статье последовательно описаны содержание внедрённых мероприятий, достигнутые за первое полугодие 2026 года результаты, а также даются прогнозные оценки на ближайшую перспективу. Информационной базой послужили данные управленческого учёта и маркетинговой аналитики самой компании, а также результаты опросов клиентов, проведённых в 2025–2026 гг. Оценка конкурентоспособности компании проводилась с использованием SWOT- и PEST-анализа и балльной оценки.

Ключевые факторы конкурентоспособности выявлялись на фоне результатов деятельности более крупного представителя данного сегмента розничной торговли – компании «ВАВОСНКА». Оценка эффективности проведенных мероприятий основывалась на расчете дисконтированных денежных потоков потока. Расчёты выполнены в ценах 2025–2026 гг., ставка дисконтирования соответствует прогнозным темпам инфляции Банка России (9,5% в 2025 г., 12% в 2026 г., 13% в 2027 г.) [1].

Динамика финансовых результатов конкурирующих компаний за последние три года отображены в таблицах ниже.

Таблица 1
Финансовые показатели компании «М63»

Показатель	2023	2024	2025
Выручка, млн руб.	7,0	8,0	9,5
Темп роста выручки, %	+17	+14	+19
Себестоимость и операционные издержки, млн руб.	5,6	6,5	7,6
Прибыль до налогообложения, млн руб.	1,4	1,5	1,9
Налог на прибыль (20%), млн руб.	0,28	0,30	0,38
Чистая прибыль, млн руб.	1,12	1,20	1,52
Рентабельность продаж, %	14	15	16

Источник: [7].

Среднегодовой темп роста выручки составил 17,9%, что отражает стабильное восстановление объема продаж после падения 2022 года и успешное освоение новых каналов дистрибуции. Чистая прибыль росла быстрее выручки, ее годовой тем роста составил 20%., что свидетельствует о грамотной оптимизации затрат и более эффективном управлении ассортиментом. Рентабельность держится на уровне 16%, что подтверждает эффективность бизнес-модели даже при расширении клиентской базы и увеличении объема продаж.

Таблица 2
Финансовые показатели сети «ВАВОСНКА»

Показатель	**2023**	**2024**	**2025**
Выручка, млн руб.	550	650	780
Темп роста, %	—	+18	+20
Чистая прибыль, млн руб.	88	109	130
Рентабельность, %	16,0	16,8	16,7
Средняя стоимость покупки, руб.	38 000	45 000	50 000

Источник: [6].

Рост выручки составил 42%, чистой прибыли - 48%. Рентабельность продаж стабильно превышает 16%, что свидетельствует о сбалансированности операционной и маркетинговой деятельности, и эффективном управлении затратами.

Анализ операционной деятельности компаний позволил выявить как сходные моменты, так и отличия в деятельности компаний. Компании работают в одном сегменте рынка – премиальной одежды, однако они используют принципиально разные подходы к организации маркетинговой деятельности и взаимодействию с клиентами. Компания «M63» свою политику строит на традиционной модели ведения бизнеса, основанной на офлайн-продажах, персонализированном обслуживании и работе с постоянными клиентами. Это позволяет поддерживать высокий уровень сервиса и обеспечивает более высокую стоимость покупки. Потенциал роста компании ограничен, поскольку она слабо использует современные инструменты интернет-маркетинга, которые и вовлекают молодежную аудиторию. Компания «BABOCHKA» реализует более современную стратегию, интегрируя офлайн- и онлайн-продажи, активно используя цифровые инструменты и социальные сети. Это позволяет компании не только значительно увеличивать объемы продаж, но и формировать устойчивую связь с молодой аудиторией, обеспечивая высокую долю онлайн-продаж. Подведем итог конкурентоспособности компаний на основе PEST-анализа, выразив его результаты в баллах.

Таблица 3

Балльная оценка конкурентоспособности компаний «BABOCHKA» и «M63»

Фактор	BABOCHKA	M63
1. Средняя стоимость покупки	8	10
2. Доля онлайн-продаж	10	5
3. Конверсия сайта	9	3
4. Посещаемость сайта	10	2
5. Узнаваемость бренда	10	2
6. Количество магазинов	10	2
7. Лояльность клиентов	8	9
Итого	**65**	**33**

Источник: разработка авторов

Данные таблицы наглядно демонстрируют, что торговая сеть «BABOCHKA» обладает более высоким уровнем конкурентоспособности, чем ее конкурент. Это преимущество обусловлено, прежде всего, масштабами бизнеса, развитой омниканальной стратегией и активным использованием инструментов интернет-маркетинга.

Многоугольник конкурентоспособности конкурирующих компаний

На основе проведенного сравнительного анализа и финансовых результатов, для компании «M63» была разработана, и с начала 2026 года, принята к реализации, программа маркетинговой трансформации компании, структурированная по пяти направлениям, каждое из которых содержит конкретные мероприятия, измеримые ключевые показатели эффективности (KPI) и бюджет.

Содержание направлений и первые результаты внедрённых мероприятий.

1. Стратегия цифрового маркетинга и развитие присутствия в социальных сетях.

В качестве главного драйвера роста определён цифровой маркетинг, для чего сформулированы стратегические цели до конца 2027 года: рост доли онлайн-продаж до 42%, посещаемости сайта до 20 тыс. чел./мес., узнаваемости бренда до 18%, конверсии сайта до 2,0%. Разработана и запущена SMM-стратегия на платформах ВКонтакте и Telegram с регулярным контентом: три поста в неделю, ежедневные Stories, контент-микс из продуктового (40%), экспертного (30%), эмоционального (20%) и продающего (10%) контента. Визуальный код выдержан в премиальной эстетике, ежемесячный бюджет на фотосъёмку составляет 40 тыс. руб.

Достигнутые результаты (июнь 2026 г. к декабрю 2025 г.):

– подписчики ВКонтакте выросли с 1 500 до 3 000 чел. (цель на 2026 г. выполнена досрочно);

– Telegram-канал, созданный с нуля, насчитывает 500 подписчиков;

– средний охват одного поста увеличился с 3 000 до 10 000 чел., вовлечённость (ERR) – с 1,5 до 3,5%;

– переходы на сайт из социальных сетей выросли с 200 до 800 в месяц, что уже обеспечивает дополнительный поток заказов и подтверждает прогнозные расчёты.

2. Таргетированная и контекстная реклама

С января 2026 г. запущены рекламные кампании с совокупным бюджетом 180 тыс. руб./мес., распределённым между таргетированной рекламой ВКонтакте (80 тыс. руб.), Telegram Ads (40 тыс. руб.) и контекстной рекламой Яндекс.Директ (60 тыс. руб.). За полгода средние показатели кампаний вышли на уровень: CTR таргетированной рекламы ВКонтакте – 1,5%, CPC – 40 руб., трафик – около 2 000 чел./мес.; CTR контекстной рекламы – 3,5–5,0%, CPC – 60 руб., трафик – около 900 чел./мес. Суммарный рекламный трафик на сайт составляет около 3 500 посетителей ежемесячно при плановом диапазоне 3 050–4 500. При конверсии сайта, выросшей до 1,3%, это даёт порядка 45 заказов в месяц. С учётом среднего онлайн-чека в 58 000 руб., дополнительная выручка от рекламного трафика оценивается в 2,6 млн руб. ежемесячно, что кратно превышает рекламные затраты.

3. Внедрение CRM-системы и автоматизация маркетинговых коммуникаций

Как определяют Ф. Котлер, «управление взаимоотношениями с клиентами (CRM) – это процесс управления подробной информацией об отдельных клиентах и всех «точках соприкосновения» с ними с целью максимизации лояльности клиентов» [3, с. 179]. Именно эта логика была заложена в основу проекта внедрения CRM-системы в «M63».

В феврале 2026 г. завершено внедрение CRM-системы RetailCRM (затраты – 120 тыс. руб. единоразово, абонентская плата – 4,2 тыс. руб./мес.), интегрированной с сайтом, социальными сетями и сервисом отслеживания звонков. Создана единая клиентская база, включающая на текущий момент 240 активных клиентов. Запущены шесть автоматизированных коммуникационных сценариев: приветственная серия, реактивация спящих клиентов, брошенная корзина, постпродажное сопровождение, поздравление с днём рождения, персональные подборки.

Первые эффекты: • доля брошенных корзин снизилась с 70% до 58%, что дало дополнительную выручку порядка 1,2 млн руб. за пять месяцев; • реактивированы 12 клиентов, не совершавших покупок более 180 дней, со средним чеком 54 000 руб., что принесло около 650 тыс. руб.; • показатель повторных покупок вырос с 62% до 66% (цель на 2026 г. достигнута); • средняя частота покупок на активного клиента увеличилась с 3,5 до 3,9 раз в год (по данным первых месяцев). Внедрение CRM позволило перейти к трёхуровневой сегментации клиентской базы: VIP (LTV > 1 млн руб.), Активные (LTV 200–1 000 тыс. руб.), Спящие и новые. Для каждого сегмента настроены персонализированные коммуникации, что повысило читаемость email-рассылок до 32% и конверсию в целевое действие в 2,1 раза по сравнению с массовыми рассылками. [3]

4. Программа лояльности и удержания клиентов

С марта 2026 г. запущена накопительная бонусная система: 5% от суммы каждой покупки возвращается бонусными рублями (1 бонус = 1 руб. скидки при следующей покупке, но не более 20% чека), 10% – в День Рождения. Введены три уровня привилегий: Silver (годовой оборот от 150 тыс. руб.), Gold (от 350 тыс. руб.) и Platinum (от 700 тыс. руб.) с прогрессивной шкалой кэшбэка (5–7–10%) и дополнительными сервисами (бесплатная доставка, приоритетный доступ к коллекциям, персональный шопинг-ассистент).

За первые четыре месяца работы программы: • средняя стоимость покупки выросла на 5,2% (до 61 000 руб.), что соответствует прогнозу; • 70% новых клиентов были сразу зарегистрированы в программе; • 85% начисленных бонусов были востребованы к погашению, что свидетельствует о вовлечённости аудитории; • дополнительная выручка от существующей базы клиентов за счёт роста частоты и среднего чека оценивается в 1,4 млн руб. (в пересчёте на год – около 1,8 млн руб., что превышает плановые затраты на кэшбэк и администрирование в 630 тыс. руб.).

5. Совершенствование товарной и ценовой политики

Проведён ABC/XYZ-анализ ассортимента, по результатам которого категория «аксессуары и сумки» расширена на 15% за счёт трендовых позиций, ориентированных на молодую аудиторию 20–35 лет. В ассортимент введены лимитированные капсулы «доступный люкс» (ценовой диапазон 15 000–35 000 руб.), которые продвигаются через digital-каналы и служат точкой входа для новых клиентов. Сформулировано и выведено на рынок уникальное торговое предложение – «Персональный капсульный гардероб от стилистов M63 с доставкой на дом». Результаты: • доля аксессуаров и обуви в выручке выросла с 12% до 18%;

• капсулы «доступный люкс» привлекли 22 новых клиента за четыре месяца, 40% из которых совершили повторную покупку уже в более высоком ценовом сегменте; • интегральная экспертная оценка конкурентоспособности ассортимента повысилась с 5,0 до 7,4 баллов из 10.

6. Развитие офлайн-маркетинга и клиентского опыта

В бутике реализовано зонирование торгового зала («Классика», «Тренды», «Аксессуары»), внедрён сенсорный маркетинг (фирменный аромат, аудиодизайн). Четыре раза в год обновляются витрины, бюджет сезонного оформления – 60 тыс. руб. на витрину. Проведено обучение персонала (два тренинга в год) по продуктовой экспертизе, психологии люкс-продаж и работе с CRM, введена система мотивации, привязанная к KPI (конверсия визита в покупку, средний чек, регистрация в программе лояльности, положительные отзывы).

Внедрены омниканальные сервисы Click & Collect и онлайн-запись на примерку. По данным анкетирования, индекс потребительской лояльности NPS вырос с 65% до 74% (цель на 2026 г. – 80%), а конверсия визита в покупку при предварительной записи составила 68%, что значительно выше спонтанных визитов. Совокупные инвестиции в маркетинговую программу за первое полугодие 2026 года составили 2,8 млн руб. при годовом плане 5,29 млн руб. (табл. 1). Основные статьи: таргетированная и контекстная реклама – 1,08 млн руб., создание контента – 240 тыс. руб., influencer-маркетинг – 540 тыс. руб., внедрение CRM – 120 тыс. руб. единоразово и 25,2 тыс. руб. абонентской платы, программа лояльности – 215 тыс. руб., обучение персонала – 80 тыс. руб., оформление витрин и сенсорный маркетинг – 150 тыс. руб. (в пересчёте на полугодие).

Таблица 4

Затраты и результаты прогнозируемых маркетинговых мероприятий

Показатель	2025 г. (факт)	1-е полугодие 2026 г. (факт)	2027 г. (прогноз)
Выручка общая, млн руб.	9,5	6,2	16,5
в т.ч. онлайн	2,9	2,1	7,0
Доля онлайн-продаж, %	30	34	42
Чистая прибыль, млн руб.	1,52	1,05	2,64
Маркетинговые инвестиции, млн руб.	0,48	2,80	3,50

Источник: разработано авторами на основе данных управленческой отчётности компании «М63» [7].

За шесть месяцев 2026 года выручка компании составила 6,2 млн руб., что на 31% выше аналогичного периода 2025 года (4,7 млн руб.). Доля онлайн-продаж достигла 34%, чистая прибыль – 1,05 млн руб. (против 0,7 млн руб. годом ранее). Это подтверждает правильность выбранного вектора трансформации.

Расчёт ROMI (возврата на маркетинговые инвестиции) за первое полугодие 2026 года. Рынок брендовой одежды в России можно структурировать следующим образом:

– прирост валовой прибыли (маржа 40%) относительно первого полугодия 2025 г. составил: (6,2 – 4,7) × 0,4 = 0,6 млн руб.

– рентабельность маркетинговых инвестиций (ROMI) = (0,6 – 2,8) / 2,8 × 100% = –78,6%.

Отрицательное значение ROMI закономерно для инвестиционной фазы. Однако кумулятивный ROMI за 2026 год прогнозируется на уровне –84,9%, а к концу 2027 года он должен сократиться до –20%, с выходом в положительную зону в 2028 году. Дисконтированный срок окупаемости проекта, рассчитанный по методу DPP, составляет 28–30 месяцев от начала активных инвестиций (начало 2026 г.). Чистый дисконтированный денежный поток (NPV) к концу 2027 года остаётся отрицательным (–2,81 млн руб.), однако совокупная чистая прибыль за три года (2025–2027) достигает 6,0 млн руб., а отношение среднегодовой чистой прибыли к суммарным инвестициям (5,29 млн руб.) составляет 38%, что для проектов цифровой трансформации малого бизнеса является приемлемым уровнем отдачи на старте.

Первые результаты реализации комплексной маркетинговой программы в компании «М63» подтверждают обоснованность выбранной стратегии. Цифровой маркетинг и автоматизация взаимодействия с клиентами уже позволили увеличить долю онлайн-продаж, посещаемость сайта, конверсию и узнаваемость бренда. Внедрение CRM и программы лояльности способствовало росту повторных покупок, среднего чека и частоты транзакций. Оптимизация ассортимента и развитие омниканального сервиса укрепили конкурентные позиции бутика. Несмотря на то, что проект находится на ранней стадии и кумулятивный ROMI пока отрицательный, динамика ключевых показателей свидетельствует о правильном векторе движения. Срок окупаемости в 28–30 месяцев соответствует отраслевым ориентирам для малых предприятий, а прогнозируемый рост чистой прибыли до 2,64 млн руб. к 2027 году подтверждает экономическую жизнеспособность предложенного подхода. Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная программа может быть адаптирована другими независимыми люксовыми ритейлерами, стремящимися к цифровой трансформации и устойчивому росту в высококонкурентной среде.

Литература

1. Банк России. Прогноз инфляции на 2025–2027 годы // Официальный сайт Банка России. [Электронный ресурс]. URL: https://cbr.ru (дата обращения: 15.05.2026).
2. Друкер П.Ф. Практика менеджмента. – М.: Вильямс, 2006. – 400 с.
3. Котлер Ф., Келлер К.Л. Маркетинг менеджмент. – 15-е изд. – СПб.: Питер, 2018. – 848 с.
4. РБК Стиль. Мода в России как бизнес. Обзор РБК 2024 // РБК Стиль. [Электронный ресурс]. URL: https://style.rbc.ru/industry/6745b8bb9a794780792b9100 (дата обращения: 12.05.2026).
5. Управленческая отчётность и данные маркетингового аудита компании «М63», 2025–2026 гг.
6. Финансовая отчетность компании: «Бабочка»: pr@babochka.com
7. Финансовая отчетность компании «М63»: — m63butik@yandex.com
8. RetailCRM. Документация и кейсы внедрения в fashion-ритейле. [Электронный ресурс]. URL: https://retailcrm.ru (дата обращения: 10.04.2026).

Improving the marketing activities of small business companies in the retail segment of branded clothing based on digital transformation: experience and results

Sorokin A.I., Ohanyan S.A.

St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article presents the results of the first stage of the implementation of a comprehensive program to improve the marketing activities of a small business representative in St. Petersburg. The program was developed based on a strategic analysis of the company's market position and is aimed at integrating modern tools of marketing interaction between the company and customers into business practice.

It reveals the content of implemented measures in the field of digital marketing, such as CRM systems, loyalty programs, product and pricing policies, and offline customer experience. The assessment of the economic results and effectiveness of measures is based on discounted cash flows. It is shown that the set of proposed measures is able to ensure stable positive dynamics of results and achieve payback within 28-30 months. The calculation results confirm the strategic feasibility of the chosen direction of improvement for small retailers of the premium (and not only) business segment.

Keywords. marketing activities, digital marketing, CRM system, loyalty program, luxury retail, effectiveness of marketing investments, ROMI.

References

1. The Bank of Russia. Inflation forecast for 2025-2027 // Official website of the Bank of Russia. [electronic resource]. URL: https://cbr.ru (date of reference: 05/15/2026).
2. Drucker P.F. Management practice. Moscow: Williams, 2006. 400 p.
3. Kotler F., Keller K.L. Marketing management. – 15th ed. – St. Petersburg: Peter, 2018. – 848 p.
4. RBC Style. Fashion in Russia as a business. Review of RBC 2024 // RBC Style. [Electronic resource]. URL: https://style.rbc.ru/industry/6745b8bb9a794780792b9100 (date of request: 05/12/2026).
5. Management reports and marketing audit data of the M63 company, 2025-2026.
6. Financial statements of the company: "Butterfly": pr@babochka.com
7. Financial statements of the M63 company: — m63butik@yandex.com
8. RetailCRM. Documentation and implementation cases in fashion retail. [Electronic resource]. URL: https://retailcrm.ru (date of request: 04/10/2026).

Классификация угроз интеграции цифровых технологий в систему экономической безопасности высшего образования

Тимерзянова Сания Сайдашевна
соискатель кафедры "Экономической безопасности и налогообложения", Институт управления, экономики и финансов, Казанский (Приволжский) федеральный университет, sania-79@mail.ru,

Хайруллин Ильнур Адилович
проректор по дополнительному образованию, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Ilnur-716@mail.ru

Внедрение цифровых технологий обусловило появление системных рисков, о которых ранее в научной литературе даже не упоминалось. Эти риски и угрозы связаны с высокими капитальными затратами на приобретение дорогостоящего оборудования для цифровых технологий, алгоритмической непрозрачностью, зависимостью от внешних факторов необходимости поддержания и обновления их программного обеспечения, уязвимостью консолидированных данных, нормативно-правовыми лагами и этическими дилеммами. В этих условиях научное исследование интеграции цифровых технологий в систему экономической безопасности высшего образования с объективной необходимостью требует не просто описания традиционных угроз, а системной их классификации. Анализ научной литературы показывает, что существующие исследования оценки влияния цифровой трансформации на экономическую безопасность высшего образования носят преимущественно фрагментарный характер, акцентируясь на технических аспектах внедрения технологий искусственного интеллекта, либо на макроэкономических эффектах цифровизации или на отдельных компонентах экономической безопасности (финансовой устойчивости, киберзащите). Отсутствует единая методологическая конструкция, позволяющая системно оценивать угрозы влияния технологий искусственного интеллекта на все компоненты экономической безопасности высшего образования, классифицировать эти угрозы, разрабатывать валидированные индикаторы и метрики, проводить сравнительный анализ сценариев интеграции, обеспечивать этическую и регуляторную корректность исследовательских процедур, тиражировать результаты на различные типы вузов. В статье предлагается авторская классификация угроз интеграции цифровых технологий в систему экономической безопасности высшего образования, на основе которой сформирована система мер макро- и микроуровня в целях достижение результативных эффектов в главных целях образовательного процесса, связанных с качеством и доступностью высшего образования.

Ключевые слова: классификация, угрозы, высшее образование, экономическая безопасность, цифровизация, интеграция, качество, доступность, антропоцентрическая дидактика.

Традиционные механизмы обеспечения экономической безопасности (нормативный контроль, внутренний аудит, ручное бюджетное планирование) демонстрируют ограниченную эффективность в условиях растущей сложности финансовых потоков, цифровизации образовательных услуг, увеличения доли внебюджетных доходов и появления новых классов рисков: кибератак, алгоритмических манипуляций, нецелевого использования цифровых лицензий, репутационных потерь из-за некорректных решений.

В исследованиях, посвященных изучению тенденций и векторов развития экономической безопасности высшего образования, на протяжении периода с 2009 по 2018 годы, как отмечают специалисты [1], вообще даже не упоминается об угрозах и рисках цифровой трансформации в отношении экономической безопасности высшего образования. Основные понятийные параметры этих угроз концентрируются в пределах защищенности, стабильности и финансовой устойчивости вузов. Даже при идентификации "необходимых" и "достаточных" условий безопасного уровня функционирования учреждений высшего образования до 2020 года угрозы цифровой трансформации в контексте экономической безопасности высшего образования даже не рассматривались.

С внедрением цифровых технологий появились системные риски, о которых ранее в научной литературе даже не упоминалось. Эти риски и угрозы связаны с высокими капитальными затратами на приобретение дорогостоящего оборудования для цифровых технологий, алгоритмической непрозрачностью, зависимостью от внешних факторов необходимости поддержания и обновления их программного обеспечения, уязвимостью консолидированных данных, нормативно-правовыми лагами и этическими дилеммами. В этих условиях научное исследование интеграции цифровых технологий в систему экономической безопасности высшего образования с объективной необходимостью требует не просто описания традиционных угроз, а системной их классификации. Как справедливо отмечание В.А. Логачев, "цифровизация высшего образования - это не однонаправленный, а противоречивый, и не просто технический, даже не технократический, а социальный процесс в условиях антагонистического общества, идущий в острой борьбе между интересами ученого и учащегося народа и интересами неолиберальных рыночников-глобалистов, проявляющийся в остро разнонаправленных тенденциях" [2].

Анализ научной литературы показывает, что существующие исследования оценки влияния цифровой трансформации на экономическую безопасность высшего образования носят преимущественно фрагментарный характер, акцентируясь на технических аспектах внедрения цифровых технологий, либо на макроэкономических эффектах цифровизации или на отдельных компонентах экономической безопасности (финансовой устойчивости, киберзащите). Отсутствует единая методологическая конструкция, позволяющая системно оценивать угрозы влияния цифровых технологий на все компоненты экономической безопасности высшего образования, классифицировать эти угрозы, разрабатывать валидированные индикаторы и метрики, проводить сравнительный анализ сценариев интеграции, обеспечивать этическую и регуляторную корректность исследовательских процедур, тиражировать результаты на различные типы вузов.

Относительно периферийной цифровизации высшего образования основные угрозы ряд специалистов видит в требовании включения вузов в международные рейтинги, которые не учитывают историческую и культурную особенности национальной системы высшего образования и науки и являются по существу инструментами международной рыночной конкуренции, а не повышения качества отечественного высшего образования. К этим же системным угрозам относятся и вынужденное использование российскими вузами иностранных онлайн-платформ в силу отсутствия собственных отечественных разработок. Все это подталкивает научное сообщество к мысли о том, что цифровизация высшего образования происходит не в целях улучшения и доступности знаний, а потому, что это выгодный бизнес-проект.

В контексте цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта в систему высшего образования под его экономической безопасностью необходимо понимать степень уязвимости системы высшего образования перед угрозами цифровой трансформации и искусственного интеллекта, ликвидировать которые (угрозы) практически невозможно, что предполагает минимизацию этого воздействия за счет использования

инструментов регулирования процесса интеграции цифровых технологий в систему высшего образования. Более того, эти угрозы в зависимости от их сочетания становятся доминирующими по сравнению с другими традиционными угрозами в части риска потери устойчивости системы высшего образования и принципиально меняют функциональную суть образовательного процесса, становясь фактически критериальной угрозой его существования в традиционной форме.

При всем при этом процесс цифровой трансформации развивается неконтролируемыми темпами. Анализ уровня цифровой зрелости в системе высшего образования, по оценкам Министерства науки и высшего образования в 2025 году составлял 45%. При этом доля образовательных организаций высшего образования и научных организаций, разработавших и внедривших стратегию цифровизации, составила 34% [3].

В официальных документах правительства и в научной литературе, посвященной исследованию процессов цифровизации и внедрения технологий искусственного интеллекта в систему высшего образования, не только нет единого мнения о значимости этих трансформационных угроз, но нет и обоснованного их перечня и классификации. Позиция официальных органов власти по этому вопросу ограничивается декларативным перечислением общих проблем отечественной экономики. Так, к угрозам в области высшего образования относятся международные ограничения, не растущие объемы финансирования, сокращения численности работников, низкие результаты коммерциализации и патентной активности, запрет доступа к международным информационным системам, низкий уровень востребованности со стороны реального сектора.

Однако среди научного, преимущественно педагогического сообщества [4], доминируют другие угрозы цифровизации в отношении системы высшего образования.

Так, Н.Ф. Воронина [5] к основным угрозам со стороны цифровизации относит отсутствие управленческих компетенций при взаимодействии с участниками процессов цифровой трансформации образовательной деятельности, их оппортунистическое поведение, отсутствие единого информационного пространства, а также низкий уровень технологического обеспечения вузов для адекватной интеграции с цифровыми технологиями.

Климов А.А. и соавторы акцентируют внимание на рисках "утраты социализации студентов" [6], трансформации образования в потребительский продукт, что ставит систему высшего образования в зависимость от рыночных факторов и механизмов коммерциализации программных продуктов, необоснованной глобализации технологии искусственного интеллекта без учета национальных и культурных особенностей.

Другая группа авторов [7] обращает особое внимание на такие угрозы как академическая дискредитация высшего образования, распространению мошеннических схем в студенческой среде, нарастанию цифрового разрыва и росту зависимости студентов и преподавателей от технологий искусственного интеллекта и в конечном счете разрушение всей системы традиционных принципов отечественного высшего образования.

Т.А. Орешкина и ее коллеги [8] акцентируют внимание на таких угрозах экономической безопасности высшего образования как трансформация компетенций преподавателей и технического персонала вузов, необходимость обеспечения согласованности всех элементов (разнообразие цифровых технологий) образовательной цифровой экосистемы, цифровой разрыв между регионами с разным уровнем социально-экономического развития, уровнем доходов населения, необходимостью включения изучения цифровых технологии в образовательные программы как минимум на уровне пользователей, недостаток финансовых ресурсов для приобретения цифровых технологий.

Группа авторов под руководством Авершиной М.В. [9] выделяет, на наш взгляд, критически важные угрозы, связанные с интеграцией цифровых технологий в систему высшего образования, к которым относит обесценивание человеческого капитала, рост зависимости профессорско-преподавательского состава (ППС) и студентов от цифровых технологий, отсутствие одинаковой доступности к цифровым технологиям студентов, требование к ППС о необходимости непрерывного повышения квалификации в сфере цифровых технологий, отсутствие этических норм интеграции цифровых технологий в образовательный процесс, снижение коммуникативной активности студентов вне виртуальной реальности, повышение нервной и психологической нагрузки на студентов и преподавателей.

В своих исследованиях Пономарь Т.Н. [10] в качестве угроз, связанных с использованием цифровых технологий, выделяет чрезмерную зависимость студентов от цифровых технологий, когнитивную атрофию, вероятность получения ложной информации, растущие требования к цифровой грамотности со стороны преподавателей в результате низкого уровня базовых навыков работы с цифровыми инструментами, этические проблемы конфиденциальности и отсутствие технической возможности мониторинга этого процесса, абсолютизацию данных цифровых технологий, информационную безопасность и сокращение преподавателей.

Анализ теоретических подходов к идентификации угроз экономической безопасности высшего образования, возникающих в связи с интеграцией технологий искусственного интеллекта позволили предложить классификацию этих угроз, представленную в таблице 1.

Таблица 1

Классификация угроз экономической безопасности высшего образования в условиях цифровой трансформации

Классификационный признак угрозы	Характеристика	Причины и последствия
Экзистенциализация	Подмена целей образовательного процесса его средствами в виде цифровых технологий	Образовательный процесс превращается в процесс "отпимизированного натаскивания", когда мыслительный процесс вытесняется эффективным алгоритмом
Цифровой разрыв	Обеспеченность региональных систем высшего образования материальной инфраструктуры, реализующей внедрение цифровых технологий	Относительно высокий уровень социальной и экономической дифференциации между регионами, как следствие образовательное неравенство
Доходы населения	Достаточный уровень доходов населения для целей технического обеспечения доступности к цифровым технологиям	Дифференциация в уровне доходов населения в депрессивных и развитых регионах, как следствие снижение доступности высшего образования
Цифровая грамотность	Наличие компетенций и навыков работы с цифровыми технологиями у преподавателей и студентов вузов	Возрастной состав преподавателей, оппортунизм, отторжение цифровых технологий, несовершенство цифровых технологий, как следствие снижение качества и доступности образования
Педагогический инфантилизм в отношении цифровых технологий	Наличие навыков и готовности к освоению традиционных практик в пользу цифровых технологии	Относительно высокий возраст ППС, нежелание переобучаться и сопротивление внедрению цифровых технологий
Рыночные факторы	Трансформация общественного блага в потребительский образовательный продукт	Коммерческая заинтересованность руководителей вузов в приобретении доходных цифровых технологий, как следствие сокращение ППС, рост цен на платные образовательные программы и снижение доступности образования
Рост издержек	Экспоненциальный ост затрат на приобретение и обновление цифровых технологий	Изменение структуры бюджетных расходов вузов, погоня за внебюджетными доходами, снижение качества образования, рост регионального неравенства в доступности высшего образования
Обеспеченность техническим персоналом по обслуживанию цифровых технологий	Необходимый уровень обеспеченности квалифицированными кадрами по разработке и обслуживанию цифровых технологий	Конкуренция с IT-компаниями по уровню заработной платы, льгот и преференций, как следствие высокий уровень миграции между регионами в следствии их социально-экономической дифференциации, дефицит квалифицированных кадров в вузах в депрессивных регионах, снижение качества и доступности высшего образования
Ловушка цифровизации	Приобретение и внедрение цифровых технологий без учета реальных потребностей, а под внешним давлением, моды или погоне за дополнительным финансированием	Перерасход финансовых средств, снижение нагрузки и сокращение на преподавателей, погоня за внебюджетными доходами, рост цен на платные образовательные программы, как следствие снижение качества образования, рост неравенства в доступности высшего образования
Технологические ограничения	Высокая доля импортных цифровых технологий по сравнению с отечественными, отсутствие сопоставимых аналогов	Зависимость от иностранных компаний по обслуживанию оборудования и обновления программного обеспечения цифровых технологий
Ограниченность финансовых ресурсов	Ограниченность и сокращение государственного финансирования, недостаток внебюджетных доходов сдерживают вузы в приобретении цифровых технологий и импортозамещении	Возникновение угроз цифрового неравенства, межрегионального и персонального, сокращение качества и доступности высшего образования

Источник: составлено автором

Среди угроз экономической безопасности высшего образования в условиях цифровой трансформации наиболее острыми являются угрозы цифрового неравенства. Согласно официальным данным Росстата, в сельских районах страны только 42% семей имеют доступ к качествен-

ному широкополосному интернету, который необходим для полноценного онлайн-обучения. При этом в крупных городах этот показатель достигает 95%.

По данным исследований НИУ ВШЭ обеспеченность персональными компьютерами, используемыми в учебных целях с доступом к интернету, студентами образовательных организаций высшего образования за период с 2015 по 2023 годы сократилась с 21,8 единиц на 100 студентов до 20,4 единицы на 100 студентов. При этом доля организаций высшего образования, использующих цифровые технологии в общей их численности, за период с 2020 по 2023 годы выросла с 35,6% до36,7%, а в области использования аддитивных технологий - с 17% до 19,7%. Растет доля студентов, обучающихся с применением электронного обучения, в период с 2021 по 2024 годы она выросла с 37,5% до 50,6%.

В области цифровой грамотности явно выражена тенденция к росту доли студентов, овладевающих эти навыками. Так, за период с 2021 по 2023 годы доля студентов, овладевших навыками работы с программным обеспечением в вузах, выросла с 63% до 67%, по работе с информацией - с 46% до 48%, по решению задач - 39% до 42%.

В сфере финансирования образования также формируются определенные угрозы, так как доля расходов на образования в ВВП страны упала с 5,1% в 2006 году до 4,2% в 2023 году, при этом доля расходов на финансирование высшего образования в ВВП страны также сократилась с 0,8% в 2010 году до 0,5% в 2023 году. При этом темпы роста расходов на образование в процентах к предыдущему году снизились с 113,2% в 2005 году до 104,7% в 2023 году, а расходы на профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации на протяжении последних десятилетий не превышали 0,03% от ВВП страны [11].

Рост цен на платные услуги высшего образования в связи с использованием цифровых технологий незамедлительно отразился и на росте доли этих расходов в потребительских расходах домашних хозяйств, увеличив их почти в полтора раза. При этом за период с 2000 по 2023 годы цена за обучение на платной основе в вузах страны выросла более, чем в 12 раз, с 7033,7 рубля до 87715 рублей.

Серьезную угрозу экономической безопасности высшего образования представляет сокращение количества вузов в стране, которое с 2000 по 2024 годы сократилось с 965 до 724 или на четверть. Эта тенденция отразилась и на сокращении численности студентов в вузах, которая также сократилась за этот же период с 4741,4 тыс. человек до 4325,3 тыс. человек или на почти на 10%. С каждым годом падает и коэффициент завершения обучения в вузах по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры, значение которого за период с 2005 по 2023 годы сократился с 88,4% до 71,9%.

Особую форму угрозы экономической безопасности системе высшего образования представляет выраженная тенденция к сокращению численности ППС, осуществляющего образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры, которая за период с 2000 по 2024 годы сократилась с 279,6 тыс. человек до 216,1 тыс. человек или почти на четверть. Особенно этот процесс имеет выраженную тенденцию в государственных и муниципальных вузах [11].

Не менее значимой угрозой экономической безопасности высшего образования со стороны цифровых технологий является проблема педагогического инфантилизма, а также трудностей педагогов старшего поколения в освоении современными цифровыми навыками и инструментами. По данным опросов ВЦИОМ 61% педагогов в возрасте старше 50 лет считают, что недостаточно владеют необходимыми компетенциями для использования цифровых технологии в образовательном процессе, и только 28% регулярно применяют их в своей профессиональной деятельности. При этом доля ППС, прошедшего дополнительное обучение в течение последних трех дет по программам информационно-коммуникационных технологий, сократилась только за период с 2022 по 2024 годы с 57% до 52,3%, что отражает наиболее явную угрозу экономической безопасности высшего образования.

Наиболее чувствительной угрозой экономической безопасности высшего образования является динамика и уровень заработной платы преподавателей вузов. Темпы роста заработной платы в образовании на протяжении последних десяти лет отстают от темпов роста заработной платы в экономике в целом.

В качестве угрозы экономической безопасности высшего образования необходимо рассматривать и техническое состояние зданий высших учебных заведений и их лабораторий. В 2023 году свыше 20% всех зданий вузов требовало капитального ремонта, а доля общежитий составляла 30,4%. И эта тенденция имеет выраженную направленность к росту. Доля зданий вузов, требующих капитального ремонта, в 2010 году составляла только 10,1%, а общежитий 16%. За прошедшие годы доля учебно-лабораторных зданий, требующих капитального ремонта, выросла с 7,9% до 17,1% или более, чем вдвое. При этом площадь учебно-лабораторных зданий (корпусов) в вузах в расчете на одного студента сократилась с 13,3 кв. м в 2020 году до 11,8 кв. м к 2023 году.

Выявленные выше классификационные признаки угрозы экономической безопасности в условиях цифровой трансформации не рассматриваются нами как фрагментарные разобщенные явления, а представляют системное образование, которому присущи, как и любой системе свои принципы, что в значительной степени повышает степень угрозы всей системе экономической безопасности высшего образования. В силу того, что отказаться и ликвидировать цифровые технологии практически уже невозможно и не нужно, представляется целесообразным формирование такой образовательной экосистемы, которая основана на собственных, присущих ей принципах антропоцентрической дидактики. Этот принцип реализует главный инструмент нейтрализации угроз безопасности высшего образования, заключающийся в переносе акцента с объекта образовательной деятельности на ее субъект, человека, личность, что находит свое отражение в личностной ориентации образовательного процесса, учете ее индивидуальных характеристик, доминирование межличностных контактов, акцент на самостоятельность в образовании и как результат, формирование собственной мировоззренческой позиции и ценностных ориентиров. Только такой подход позволит нейтрализовать основные угрозы экономической безопасности высшего образования со стороны цифровых технологий. В этой вновь сформированной системе происходит перераспределение ролей, от складывающихся в современном образовательном процессе по алгоритму "преподаватель – цифровые технологии – студент" к вновь создаваемой образовательной экосистеме, функционирующей по принципу "преподаватель – студент – цифровые технологии", где "цифровые технологии выступают как цифровой ментор, ответственный за операционную эффективность и предоставление данных", преподаватель "как архитектор смысла и наставник, направляющий интерпретацию и обеспечивающий ценностный контекст", студент "активный со-творец своего образовательного пути, использующий цифровые технологии как ресурс для собственного интеллектуального усилия, а не его замены" [12].

Проблемы поиска инструментов и механизмов нейтрализации угроз цифровых технологий в отношении экономической безопасности высшего образования с каждым годом становятся все более актуальными. Неконтролируемый процесс интеграции цифровых технологий в систему высшего образования становится очевидным. По данным экспертов 98% студентов и преподавателей обращаются к цифровым технологиям в своей деятельности, 74% задействуют их на регулярной основе. Почти 95% преподавателей и студентов считают, что интеграция цифровых технологий положительно влияет на образовательный процесс. Однако 89% опрошенных студентов отметили, что цифровые технологии не смогут заменить преподавателя и только 11% высказали уверенность в том, что возможности цифровых технологий в системе высшего образования значительно шире [13].

Таким образом, можно заключить, что официальные статистические данные о тенденциях и векторах влияния цифровых технологий на систему высшего образования позволяют утверждать, что сформированная классификация угроз цифровизации в системе экономической безопасности высшего образования отражает объективные процессы, протекающие в сфере интеграции цифровой трансформации в систему высшего образования. Вполне очевидно, что эти угрозы формируют ответную реакцию со стороны научного сообщества и органов государственного управления по принятию регуляторных мер, направленных на минимизацию отрицательных последствий этого взаимодействия как для педагогов, так и для студентов, государства и общества в целом.

Системе высшего образования, как и другим отраслям экономики, присущи свои специфические особенности в процессе интеграции цифровых технологий в образовательный процесс. В связи с чем необходимо понимать и учитывать, что принципиально важно, главной целью интеграции цифровых технологий в систему высшего образования является не получение экономического эффекта, а достижение результативных эффектов в главных целях образовательного процесса, связанных с качеством и доступностью высшего образования при этом необходимо учитывать, что далеко не всегда или почти никогда эти результативные эффекты можно измерит при помощи неких объективных показателей.

Со стороны федеральных органов исполнительной власти эти меры должны концентрироваться вокруг решения следующих проблем:

- ускоренная реализация национальных инфраструктурных проектов, направленных на создание технологической инфраструктуры, обеспечивающей реализацию регуляторных функций при интеграции цифровых технологий в сферу высшего образования;

- создание отечественного конкурентоспособного программного обеспечения в области образовательных цифровых технологий за счет

создания механизма отбора и финансирования российских разработок в этой области;

- финансирование на конкурсной основе инновационных разработок отечественных учреждений высшего образования, связанных с использованием образовательных цифровых технологий;

- стимулирование мер по активизации подготовки IT-специалистов для сферы высшего образования с целью привлечения их для переподготовки и повышения цифровой грамотности профессорско-преподавательского состава вузов.

Со стороны учреждений высшего образования эти меры должны концентрироваться вокруг решения следующих проблем:

- разработка и внедрение системы материальной и нематериальной поддержки преподавателей, стремящихся повысить свою квалификацию в сфере образовательных цифровых технологий с целью формирования у них этически грамотного и доминирующего подхода к использованию цифровых технологий;

- разработка и внедрение в учебный процесс образовательных программ и методик, адекватно отражающих роль и место преподавателя и студента во взаимодействии с цифровыми технологиями;

- формирование системы взаимодействия с бизнесом, занимающимся разработкой и обслуживанием оборудования и программного обеспечения цифровых технологий.

Проведенный теоретический анализ процессов эволюции понятия экономической безопасности высшего образования в условиях цифровизации, классификация угроз интеграции технологий искусственного интеллекта в систему экономической безопасности высшего образования позволили сформировать систему мер макро- и микроуровня в целях достижение результативных эффектов в главных целях образовательного процесса, связанных с качеством и доступностью высшего образования.

Литература

1. *Обухова Н. С.* Экономическая безопасность образовательных организаций высшего образования: «необходимые» и «достаточные» условия / Н. С. Обухова, М. В. Никифорова // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2019. — Т. 1. № 12. — С. 64—71.
2. *Логачев В.А.* О специфике цифровизации высшего образования в периферийной экономике // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2021. №3. С. 77.
3. Стратегическое направление в области цифровой трансформации отрасли науки и высшего образования, Увт. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 5 июля 2025 года № 1805-р.
4. *Нерсисян Г.В.* Угрозы и вызовы экономической безопасности системы высшего образования // Регион: системы, экономика, управление. 2024. №4 (67), С. 100-106; *Гаджиев Н.Г.* Проактивный механизм мониторинга и прогнозирования угроз экономической безопасности образовательных организаций / Н.Г. Гаджиев, М.Г. Абидов // Региональные проблемы преобразования экономики. 2025. №8 (178). С. 274-282; *Воронина Н.Ф.* Высшее образование в становлении экосистемы цифровой экономики // Бизнес. Образование. Право. 2025. №2(71). С. 82-88; *Обухова Н. С.* Экономическая безопасность образовательных организаций высшего образования: «необходимые» и «достаточные» условия / Н. С. Обухова, М. В. Никифорова // Экономика и управление: проблемы, решения. — 2019. — Т. 1. № 12. — С. 64—71; *Плотников Н.В.* Концептуальные основы обеспечения экономической безопасности высшего образования на современном этапе // Вестник Забайкальского ГУ, 2015. - № 9 (124). – С.123-128; *Плотников Н.В.* Методологические основы управления экономической безопасностью высшего профессионального образования в условиях его развития // Известия Юго-Западного государственного университета, 2015. - №3 (60). – 124-128; *Родионов А.В.* Механизм обеспечения экономической безопасности в сфере высшего образования / А.В. Родионов, О.А. Бурбело, Н.Ф. Жокабине // Бюллетень экономических и социальных исследований. 20203. №3. С. 36-43.
5. *Воронина Н.Ф.* Высшее образование в становлении экосистемы цифровой экономики // Бизнес. Образование. Право. 2025. №2(71). С. 86
6. *Климов А.А.* О цифровой экосистеме современного университета // А.А. Климов, Е.Ю. Заречкин, В.П. Куприяновский // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т.15. №4. С. 822.
7. *Константинова Л.В.* Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы / Л.В. Константинова, В.В. Ворожихин, А.М. Петров, Е.С. Титова, Д.А. Штыхно // Открытое образование. 2023. Т. 27. №2. С.39.
8. *Орешкина Т.А.* Внедрение технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс: управленческие вызовы / Т.А. Орешкина, А.Ю. Долганов, Е.А. Маяцкова, О.Ю. Артюгин // Университетское управление: практика и анализ. 2025. №29. С. 92–105.
9. *Авершина М.В.* Искусственный интеллект в современном образовании // Академическая публицистика. 2021. №4. С. 483–485.
10. *Пономарь Т.Н.* Искусственный интеллект в образовании: ассистент или соперник // Вестник науки. 2025. Т.3. №1 (82). С. 650-657.
11. Индикаторы образования: 2025: статистический сборник / Н. В. Бондаренко, Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. – 452 с.
12. *Бейкер Р.С.* Искусственный интеллект в образовании: объединяя все вместе // Труды XII Международной конференции по обучающей аналитике и знаниям. 2022. С. 1-5.
13. *Абрамов Р.А.* Идентификация и систематизация рисков государственного регулирования цифровых технологий в образовательных организациях Москвы / Р.А. Абрамов, А.Н. Сагуева // Вестник МГПУ. 2025. №4. С. 66.

Classification of threats to the integration of digital technologies into the economic security system of higher education

Timerzyanova S.S., Khairullin Il.A.
Kazan (Volga Region) Federal University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The introduction of digital technologies has given rise to systemic risks previously unmentioned in the scientific literature. These risks and threats are associated with high capital expenditures on the acquisition of expensive digital equipment, algorithmic opacity, dependence on external factors to maintain and update their software, the vulnerability of consolidated data, regulatory lags, and ethical dilemmas. Under these conditions, scientific research into the integration of digital technologies into the economic security of higher education objectively requires not just a description of traditional threats, but a systematic classification of them. An analysis of the scientific literature shows that existing studies assessing the impact of digital transformation on the economic security of higher education are predominantly fragmented, focusing on the technical aspects of the implementation of artificial intelligence technologies, the macroeconomic effects of digitalization, or individual components of economic security (financial stability, cybersecurity). There is a lack of a unified methodological framework that allows for a systematic assessment of the threats posed by artificial intelligence technologies on all components of higher education's economic security, classification of these threats, development of validated indicators and metrics, comparative analysis of integration scenarios, ensuring the ethical and regulatory validity of research procedures, and replication of results across different types of universities. This article proposes a classification of the threats posed by the integration of digital technologies into the higher education economic security system, based on which a system of macro- and micro-level measures has been developed to achieve effective results in meeting the key educational goals related to the quality and accessibility of higher education.

Keywords: classification, threats, higher education, economic security, digitalization, integration, quality, accessibility, anthropocentric didactics.

References

1. Obukhova N. S. Economic Security of Higher Education Institutions: "Necessary" and "Sufficient" Conditions / N. S. Obukhova, M. V. Nikiforova // Economy and Management: Problems, Solutions. - 2019. - Vol. 1. No. 12. - Pp. 64-71.
2. Logachev V. A. On the Specifics of Digitalization of Higher Education in the Peripheral Economy // Professional Education in Russia and Abroad. 2021. No. 3. P. 77.
3. Strategic Direction in the Field of Digital Transformation of the Science and Higher Education Sector, Uvt. By Order of the Government of the Russian Federation dated July 5, 2025 No. 1805-r.
4. Nersisyan G. V. Threats and Challenges to the Economic Security of the Higher Education System // Region: Systems, Economy, Management. 2024. No. 4 (67), P. 100-106; Gadzhiev N.G. Proactive mechanism for monitoring and forecasting threats to the economic security of educational organizations / N.G. Gadzhiev, M.G. Abidov // Regional problems of economic transformation. 2025. No. 8 (178). P. 274-282; Voronina N.F. Higher education in the formation of the digital economy ecosystem // Business. Education. Law. 2025. No. 2 (71). P. 82-88; Obukhova N.S. Economic security of higher education organizations: "necessary" and "sufficient" conditions / N.S. Obukhova, M.V. Nikiforova // Economy and management: problems, solutions. - 2019. - Vol. 1. No. 12. - P. 64-71; Plotnikov N.V. Conceptual Foundations of Ensuring Economic Security of Higher Education at the Current Stage // Bulletin of Zabaikalsky State University, 2015. - No. 9 (124). - P. 123-128; Plotnikov N.V. Methodological Foundations of Managing Economic Security of Higher Professional Education in the Context of Its Development // Bulletin of the South-West State University, 2015. - No. 3 (60). - 124-128; Rodionov A.V. Mechanism for Ensuring Economic Security in Higher Education / A.V. Rodionov, O.A. Burbelo, N.F. Zhokabine // Bulletin of Economic and Social Research. 20203. No. 3. P. 36-43.
5. Voronina N.F. Higher Education in the Formation of the Digital Economy Ecosystem // Business. Education. Law. 2025. No. 2 (71). P. 86
6. Klimov A.A. On the digital ecosystem of a modern university // A.A. Klimov, E.Yu. Zarechkin, V.P. Kupriyanovsky // Modern information technologies and IT education. 2019. Vol. 15. No. 4. P. 822.
7. Konstantinova L.V. Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts / L.V. Konstantinova, V.V. Vorozhihin, A.M. Petrov, E.S. Titova, D.A. Shtykhno // Open education. 2023. Vol. 27. No. 2. P. 39.
8. Oreshkina T.A. Implementation of artificial intelligence technologies in the educational process: management challenges / T.A. Oreshkina, A.Yu. Dolganov, E.A. Mayatskova, O.Yu. Artyugin // University management: practice and analysis. 2025. No. 29. P. 92–105.
9. Aversh ina M.V. Artificial Intelligence in Modern Education // Academic Journalism. 2021. No. 4. P. 483–485.
10. Ponomar T.N. Artificial Intelligence in Education: Assistant or Rival // Science Bulletin. 2025. Vol. 3. No. 1 (82). P. 650–657.

Критерии и индикаторы цифровой зрелости бизнес-процессов планирования в промышленности

Титов Илья Андреевич
Ведущий бизнес-аналитик ООО «Датаюниверс», Titov.Ilya00@yandex.ru>

Рассмотрены подходы к оценке цифровой зрелости промышленных предприятий применительно к бизнес-процессам планирования. Сопоставлены распространённые модели зрелости (acatech Industrie 4.0 Maturity Index, Industrie 4.0 Readiness, Digital Maturity Model, CMMI) и процессные рамки ISO/IEC 33020, а также стандарты производственных KPI ISO 22400 и архитектурная модель ISA-95; показаны их применимость и ограничения для контуров прогнозирования спроса, S&OP/IBP, MPS/MRP, детального расписания и диспетчеризации. Систематизированы индикаторы, используемые в исследованиях и практике, с привязкой к источникам данных и уровням управления. На материале публично описанных кейсов российских промышленных компаний проанализированы типовые направления цифровизации планирования и наборы фиксируемых эффектов. Показано, что сопоставимость оценок ограничена неполнотой раскрытия методик расчёта и базовых значений показателей.

Ключевые слова: цифровая зрелость, бизнес-процессы планирования, промышленность, модели зрелости, ISA-95, ISO 22400, ERP, MES, APS, KPI.

Цифровая трансформация промышленности усилила требования к планированию как к контуру управления, который связывает спрос, ограничения мощностей, обеспеченность материалами и фактическое исполнение в цехе. В литературе и прикладных обзорах этот сдвиг обычно трактуется через рост роли данных, интеграции и аналитики, поскольку именно эти элементы определяют воспроизводимость управленческого результата при высокой вариативности внешней и внутренней среды [5].

Единообразие понятийного аппарата снижает риск методических расхождений при сопоставлении предприятий и отраслей, особенно когда обсуждаются границы процессов и состав цифровых функций. В российском контексте базовые термины цифровой промышленности закреплены в ГОСТ Р 70990–2023, что удобно для согласования определений при анализе цифровой зрелости [6].

В работе Е. В. Попова, В. Л. Симоновой и В. В. Черепанова цифровая зрелость промышленного предприятия раскрывается через уровневую типологию, в которой фиксируются различия в степени сформированности управленческих практик и технологической базы цифровой трансформации. Планирование в такой логике трактуется как один из элементов системы управления производством и ресурсами, поэтому акцент делается на «профиле зрелости предприятия» в целом, тогда как собственные характеристики планирования – качество планов, устойчивость к изменениям, воспроизводимость циклов согласования – остаются на втором плане и требуют отдельного процессного рассмотрения [2].

В статье А. В. Бабкина, Е. В. Шкарупеты, Т. А. Гилевой, Ю. С. Положенцевой и Л. Чэнь диагностика цифровой зрелости строится вокруг выявления разрывов между текущим и целевым состоянием с применением интеллектуальных моделей. Такой подход позволяет увязывать проблемы в контуре планирования с наблюдаемыми дефицитами – неполнотой и неоднородностью данных, недостаточной интеграцией, слабой формализацией правил принятия решений и неустойчивой дисциплиной исполнения, что проявляется в высоких объёмах ручных корректировок и снижении актуальности планов при изменении ограничений [1].

В практико-ориентированной работе Е. В. Шкарупеты, посвящённой оценке цифровой зрелости в условиях пилотирования инноваций в цифровых сервисах ГИСП, внимание сосредоточено на измеримости зрелости при разнородности предприятий и ограничениях по качеству исходной информации. Для планирования в подобных исследованиях показательны признаки, которые можно проверять по документам и цифровым следам – регулярность плановых циклов, закрепление ролей и ответственности, стабильность исполнения согласованных решений, а также наличие трассируемых оснований и истории корректировок в информационных системах [3].

Архитектурная рамка анализа планирования в промышленности во многих источниках опирается на ISA-95, где выделяются уровни 0–4 и описывается интерфейс между уровнем 4 (планирование и бизнес-управление) и уровнем 3 (управление производственными операциями). Такая логика задаёт основу для обсуждения зрелости планирования через качество обмена статусами, ограничениями и версиями планов между системами предприятия [9].

Процессная перспектива требует опоры на стандартизированные принципы оценки возможностей процессов, обеспечивающие сопоставимость измерений и прозрачность интерпретации результатов. ISO/IEC 33020 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 33020–2017 формируют измерительный каркас оценки процессной способности, который применим для описания зрелости планирования как устойчивой способности выпускать планы заданного качества и управлять вариативностью выполнения [10, 11].

В качестве дополнительной процессной рамки используется CMMI, где уровни capability и performance связываются с предсказуемостью результатов, управляемостью вариаций и институционализацией улучшений. В отношении планирования промышленности этот подход помогает анализировать степень закреплённости процедур пересчёта, качества контроля допущений и устойчивости управленческих решений при возмущениях.

Наряду с процессными каркасами распространены «зрелостные» модели цифровой трансформации, описывающие развитие предприятия через уровни и измерения. В acatech Industrie 4.0 Maturity Index акцент делается на данных, интеграции и усложнении механизмов принятия решений; Industrie 4.0 Readiness (IMPULS/VDMA) фокусируется на готов-

ности и зрелости по измерениям; Digital Maturity Model предлагает декомпозицию зрелости на несколько направлений, пригодную для организационно-технологической диагностики [4, 5, 13].

Эти рамки удобны для структурирования дискуссии о траектории цифровизации, однако при анализе планирования возникает методический разрыв между описанием уровней и измерением результата. В открытых описаниях чаще фиксируются признаки наличия технологий и интеграции, тогда как показатели точности прогнозов, исполнимости графиков и устойчивости планов раскрываются эпизодически и требуют обращения к стандартам KPI и данным контуров исполнения.

Переход к измерению в промышленной тематике обычно опирается на стандартизированные показатели эффективности производственных операций. ISO 22400-1 и ISO 22400-2 задают определения KPI и правила их описания, что снижает произвольность трактовок при анализе производственной результативности и качества исполнения плановых решений [7, 8].

Для планирования специфика состоит в том, что часть значимых метрик относится к «качеству плана» и «скорости реакции», а часть – к результативности операций, зависящей от корректности факта и дисциплины регистрации событий. Поэтому сопоставимость показателей напрямую связана с архитектурой данных и интерфейсом уровней 4 и 3 по ISA-95, где фиксируются статусы, отклонения и изменения ограничений [8, 9].

Практики S&OP и IBP задают межфункциональную постановку планирования, рассматривая его как регулярный процесс согласования спроса, ресурсов и финансовых параметров на различных горизонтах. В материалах APICS S&OP описывается как цикл балансировки планов продаж и операций, а в трактовке IBM IBP подчёркивается расширение состава участников и глубины интеграции плановых решений, что повышает требования к единым допущениям и прозрачности расчётов [14, 15]. Сопоставление рамок оценки зрелости, используемых при анализе планирования, обобщено в таблице 1.

Таблица 1
Сопоставление рамок оценки зрелости, применяемых при анализе планирования в промышленности [4, 5, 10, 11, 12, 13]

Рамка	Фокус оценки	Единица анализа	Применимость к планированию	Ограничение при интерпретации
acatech Industrie 4.0 Maturity Index	области цифровой трансформации	предприятие	структурирует роль данных и интеграции	метрики качества планов раскрыты обобщённо
Industrie 4.0 Readiness (IMPULS/VDMA)	готовность/зрелость по измерениям	предприятие	диагностирует предпосылки цифровизации	связь с KPI планирования обычно не формализована
Digital Maturity Model	зрелость по измерениям	организация/функции	удобна для декомпозиции критериев	слабая отраслевая детализация ограничений мощностей
CMMI	способность процессов	процесс/организация	описывает управляемость и улучшения	архитектура ERP–MES–APS не является центральным объектом
ISO/IEC 33020 и ГОСТ-эквивалент	измеримость процессной способности	процесс	задаёт правила оценки и сопоставимости	требует отраслевой конкретизации индикаторов

Таблица 2
Индикаторы, используемые в исследованиях и практике для анализа зрелости планирования [7, 8, 9, 14, 15]

Контур	Примеры индикаторов в источниках	Типовые источники данных	Замечание о сопоставимости
Прогнозирование спроса	точность прогноза; частота пересмотра; доля ручных корректировок	ERP/витрина спроса	зависят от сегментации и горизонтов
S&OP/IBP	соблюдение согласованного плана; длительность цикла согласования	ERP, управленческая отчётность	чувствительны к регламенту цикла
MPS/MRP	дефициты материалов; переносы заказов; доля срочных закупок	ERP, склад, закупки	требуется разделение причин дефицитов
Детальное расписание	стабильность расписания; доля переназначений; время расчёта	APS/MES	зависят от корректности ограничений
Диспетчеризация	время реакции на событие; доля выполнения по сменному заданию	MES, журналы событий	зависит от правил регистрации событий
Интеграция и данные	латентность статусов; полнота НСИ; ошибки обмена	интерфейсы ERP–MES, логи	определяют валидность операционных KPI

В исследованиях и публичных описаниях проектов цифровизации планирования чаще всего фигурируют индикаторы, отражающие точность и стабильность планов, скорость пересчёта и качество согласования между уровнями управления. Для их систематизации удобно группировать показатели по контурам планирования и по источникам данных, согласуя определения с ISO 22400 и привязку к уровням ISA-95 [7, 8, 9]. Обобщение индикаторов, встречающихся в литературе и практике, приведено в таблице 2.

Публичные корпоративные источники по промышленным предприятиям демонстрируют, что проекты цифровизации планирования описываются через охват процессов и ожидаемые эффекты, при этом методики расчёта индикаторов и базовые значения раскрываются ограниченно. Примером является сообщение НЛМК о начале опытно-промышленной эксплуатации автоматизированной системы планирования, где обозначаются направление работ и ожидаемые результаты на уровне предприятия [16].

Публикации о внедрении интегрированного планирования продаж и производства на примере «ЕВРАЗ ЗСМК» отражают распространение IBP/S&OP-подходов в промышленности и фиксируют уровни планирования и эффекты от согласованности решений. Для академического анализа такие материалы позволяют реконструировать контуры и логику организации процесса, но обычно требуют дополнительной информации о метриках точности и устойчивости планов для сопоставления между предприятиями [17].

Инженерные кейсы по алгоритмизации планирования и оптимизации расписаний чаще описывают эффект через сокращение времени расчёта и снижение объёма ручных операций, отражая практику формализации ограничений и встроенности алгоритмов в контур принятия решений. Материалы «Северстали» на профессиональных площадках иллюстрируют именно такую линию цифровизации планирования на прикладном уровне [18].

Кейсы внедрения MES показывают зависимость качества планирования от корректности факта, статусов и событий, поскольку устойчивость плана определяется скоростью и достоверностью обновления данных о выполнении. Публикации KAMAZ Digital по внедрению MES подчёркивают организационные и технологические аспекты перехода к новому контуру исполнения, что напрямую влияет на возможность поддерживать актуальность планов и управлять отклонениями [19].

Совокупность рассмотренных исследований и практических материалов показывает, что в существующем массиве источников доминируют два типа описаний: рамки зрелости для диагностики и коммуникации целей трансформации, а также проектные кейсы с акцентом на охват и заявляемые эффекты. Для сопоставимого анализа зрелости планирования на уровне бизнес-процесса обычно требуются процессные принципы измерения, архитектурная привязка к ISA-95 и унифицированные определения KPI.

Литература

1. Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., Гилева Т. А., Положенцева Ю. С., Чэнь Л. Методика оценки разрывов цифровой зрелости промышленных предприятий на основе интеллектуальных моделей // Модернизация. Инновации. Развитие. – 2022. – Т. 13. – № 3. – С. 443–458. – DOI: 10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458.
2. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of New Economy. – 2021. – Т. 22. – № 2. – С. 88–109. – DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5.
3. Шкарупета Е. В. Практические аспекты оценки цифровой зрелости промышленных предприятий в условиях пилотирования инноваций в цифровых сервисах ГИСП // Информатизация в цифровой экономике. – 2023. – Т. 7. – № 4. – DOI: 10.18334/ide.7.4.120107.
4. Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A., Schmitt K., Schmitz E., Schröter M. Industrie 4.0-Readiness. – Oktober 2015. – 78 S. – URL: https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf
5. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., ten Hompel M., Wahlster W. Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY). – 2017. – URL: https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-managing-the-digital-transformation-of-companies/
6. ГОСТ Р 70990–2023. Цифровая промышленность. Термины и определения.
7. ISO 22400-1:2014. Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 1: Overview, concepts and terminology. – Geneva: ISO, 2014. – URL: https://www.iso.org/standard/56847.html
8. ISO 22400-2:2014. Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 2: Definitions and descriptions. – Geneva: ISO, 2014. – URL: https://www.iso.org/standard/56852.html

9. ISA-95 Series of Standards: Enterprise-Control System Integration [Электронный ресурс]. – URL: https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/isa-95-standard

10. ISO/IEC 33020:2015. Process assessment – Process measurement framework for assessment of process capability. – Geneva: ISO, 2015. – URL: https://www.iso.org/standard/54195.html

11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 33020–2017. Информационные технологии. Оценка процесса. Система измерения процесса для оценки возможностей процесса.

12. CMMI Institute. CMMI Levels of Capability and Performance [Электронный ресурс]. – URL: https://cmmiinstitute.com/

13. Digital Maturity Model: Achieving digital maturity to drive growth. – February 2018. – URL: https://principus.si/wp-content/uploads/2019/11/deloitte-digital-maturity-model.pdf

14. APICS. Introduction to Sales and Operations Planning (S&OP) [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ascm.org/

15. IBM. What is integrated business planning (IBP)? [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ibm.com/think/topics/integrated-business-planning

16. НЛМК. НЛМК начал опытно-промышленную эксплуатацию автоматизированной системы планирования производства [Электронный ресурс]. – 30.01.2020. – URL: https://www.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/nlmk-pilots-automated-production-planning-system/

17. ComNews. «ЕВРАЗ ЗСМК» внедрил интегрированное планирование продаж и производства [Электронный ресурс]. – 26.12.2025. – URL: https://www.comnews.ru/digital-economy/content/243203/2025-12-26/2025-w52/1012/evraz-zsmk-vnedril-integrirovannoe-planirovanie-prodazh-i-proizvodstva

18. Хабр / «Северсталь». Кейс оптимизатора графика порезки металла [Электронный ресурс]. – URL: https://habr.com/ru/companies/severstal/

19. KAMAZ Digital. Кейс внедрения MES (ПАО «КАМАЗ», кузнечный завод) [Электронный ресурс]. – URL: https://kamaz.digital/

Criteria and indicators of digital maturity of planning business processes in industry

Titov I.A.
LLC "Datauniverse"

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The paper reviews approaches to assessing digital maturity in industry with a focus on planning business processes. It compares common maturity models (acatech Industrie 4.0 Maturity Index, Industrie 4.0 Readiness, Digital Maturity Model, CMMI), the process framework ISO/IEC 33020, the manufacturing KPI standards ISO 22400, and the ISA-95 architectural model, and discusses their applicability and limits for demand forecasting, S&OP/IBP, MPS/MRP, detailed scheduling, and dispatching. Indicators used in research and practice are systematized by planning loop and data source. Based on publicly described cases of Russian industrial companies, the study analyzes typical directions of planning digitalization and the sets of reported effects. Comparability is limited by incomplete disclosure of calculation methods and baseline values.

Keywords: digital maturity, planning business processes, industry, maturity models, ISA-95, ISO 22400, ERP, MES, APS, KPI.

References

1. Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Gileva T. A., Polozhentseva Yu. S., Chen L. Methodology for assessing digital maturity gaps in industrial enterprises based on intelligent models // Modernization. Innovations. Development. - 2022. - Vol. 13. - No. 3. - Pp. 443–458. - DOI: 10.18184/2079-4665.2022.13.3.443-458.

2. Popov E. V., Simonova V. L., Cherepanov V. V. Digital maturity levels of an industrial enterprise // Journal of New Economy. - 2021. - Vol. 22. - No. 2. - Pp. 88–109. – DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5.

3. Shkarupeta E. V. Practical aspects of assessing the digital maturity of industrial enterprises in the context of piloting innovations in digital services of the State Institute of Industrial Policy // Informatization in the digital economy. – 2023. – Vol. 7. – No. 4. – DOI: 10.18334/ide.7.4.120107.

4. Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A., Schmitt K., Schmitz E., Schröter M. Industrie 4.0-Readiness. – October 2015. – 78 S. – URL: https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf

5. Schuh G., Anderl R., Gausemeier J., ten Hompel M., Wahlster W. Industrie 4.0 Maturity Index – Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY). – 2017. – URL: https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-managing-the-digital-transformation-of-companies/

6. GOST R 70990–2023. Digital industry. Terms and definitions.

7. ISO 22400-1:2014. Automation systems and integration – Key per-formance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 1: Overview, concepts and terminology. – Geneva: ISO, 2014. – URL: https://www.iso.org/standard/56847.html

8. ISO 22400-2:2014. Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management – Part 2: Definitions and descriptions. – Geneva: ISO, 2014. – URL: https://www.iso.org/standard/56852.html

9. ISA-95 Series of Standards: Enterprise-Control System Integration [Electronic resource]. – URL: https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/isa-95-standard

10. ISO/IEC 33020:2015. Process – Process measurement framework for assessment of process assessment capability. – Geneva: ISO, 2015. – URL: https://www.iso.org/standard/54195.html

11. GOST R ISO/IEC 33020–2017. Information technology. Process assessment. Process measurement system for process capability assessment.

12. CMMI Institute. CMMI Levels of Capability and Performance [Electronic resource]. – URL: https://cmmiinstitute.com/

13. Digital Maturity Model: Achieving digital maturity to drive growth. – February 2018. – URL: https://principus.si/wp-content/uploads/2019/11/deloitte-digital-maturity-model.pdf

14. APICS. Introduction to Sales and Operations Planning (S&OP) [Electronic resource]. – URL: https://www.ascm.org/

15. IBM. What is integrated business planning (IBP)? [Electronic resource]. – URL: https://www.ibm.com/think/topics/integrated-business-planning

16. NLMK. NLMK began pilot operation of an automated production planning system [Electronic resource]. – 30.01.2020. – URL: https://www.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/nlmk-pilots-automated-production-planning-system/

17. ComNews. EVRAZ ZSMK implemented integrated sales and production planning [Electronic resource]. – 26.12.2025. – URL: https://www.comnews.ru/digital-economy/content/243203/2025-12-26/2025-w52/1012/evraz-zsmk-vnedril-integrirovannoe-planirovanie-prodazh-i-proizvodstva

18. Habr / Severstal. Case Study of a Metal Cutting Schedule Optimizer [Electronic resource]. – URL: https://habr.com/ru/companies/severstal/

19. KAMAZ Digital. MES Implementation Case (KAMAZ PJSC, Forge Plant) [Electronic resource]. – URL: https://kamaz.digital/

Адаптивная цифровая экосистема образовательного учреждения как переход от фрагментарной клиповой мозаики к сети знаний

Трапицын Сергей Юрьевич
Заведующий кафедрой управления образованием и кадрового менеджмента, доктор педагогических наук, профессор, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, trapitsin@gmail.com,

Иванов Данила Алексеевич
аспирант, кафедра инноватики и технологического предпринимательства, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»; ассистент кафедры связей с общественностью и рекламы, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, danila.ivanov001@yandex.ru,

Гарин Александр Кириллович
Помощник руководителя, ООО «Мегабит», admin@megabit.su

Распространённый подход к высшему и среднему профессиональному образованию как к производству компетентной рабочей силы оказывается недостаточным в условиях мобилизационной экономики, поскольку он не позволяет использовать сетевые эффекты и недооценивает более широкую социальную роль образовательных учреждений. В данной статье обосновывается необходимость парадигмального сдвига в сторону проектирования образовательных учреждений как адаптивных цифровых экосистем, интегрирующих сетевое создание и распространение знаний. Опираясь на теории сетевого общества, модели тройной спирали и эволюции от Индустрии 4.0 к человекоцентричной Индустрии 5.0, исследование показывает, что такие экосистемы обеспечивают переход от фрагментарной клиповой информации к целостной сети знаний. Ключевые характеристики включают адаптивные и предиктивные возможности, проактивную преадаптацию, бесшовную интеграцию данных, персонализированные образовательные траектории. Предлагаемый экосистемный подход не только отвечает стратегическим задачам цифровой экономики, но и восстанавливает фундаментальную миссию университета как транслятора культуры и средства развития человеческого потенциала. В заключение делается вывод о том, что повышение цифровой зрелости и преодоление административного дублирования необходимы для устойчивого социально-экономического развития.

Ключевые слова: цифровая трансформация, образование, экосистема, менеджмент, сервис.

Цифровая трансформация образовательных учреждений нередко рассматривается как самоцель или как способ повышения рейтинга. Вместе с тем, преобразования школ, колледжей и университетов можно изучать не только на горизонте прогнозирования ближайших лет (в будущее на оси времени), но и в перспективе двух тысячелетий (как продолжение прошлого и настоящего) – от возникновения первых иранских и арабских университетов и европейских академий к возвращению к сущностным характеристикам университета как точки трансмиссии культуры создания и потребления знаний [3]. Периоды функционирования учебных заведений в «усечённом» отраслевом формате в современном обществе и затем мозаичного формата вузов в постсовременном обществе могут рассматриваться как промежуточное отклонение от роли образования как социального института формирования личности, сведённой в XX в. к «производству трудового ресурса» вместо воспитания и подготовки индивида к участию в жизни общества и воспроизводства целостного понятия человеческого потенциала [12].

Периоды модернити и постмодернити сосредоточили внимание на передаче знаний, понимаемых в русле фрагментированного узкоспециализированного отраслевого применения человека к машинам и организационным иерархиям, в результате, целостность знания как основы практики деятельности, включая социокультурную регуляцию, мотивацию и общую парадигму деятельностной жизни, была вытеснена из центра внимания на «поля», «обочину пути» образовательных траекторий в учебных заведениях высшего и среднего профессионального образования (ВО и СПО). Попытки углубить и расширить предмет управления учреждениями ВО и СПО с точки зрения их институциональной роли предпринимались в форме внедрения геймификации [2; 4], психологических приёмов регуляции [10], цифровых технологий обучения [7], ведения портфолио [20] и коммуникационных инструментов [15].

Сетевое общество сформировало многомерный подход к знанию как интеллектуальному капиталу, носителем которого является человек. После четырёх промышленных революций корпоративный менеджмент и государственное административное регулирование пришли к Индустрии 4.0 (цифровые технологии как основа роста) и затем очень быстро к концептуальному пониманию Индустрии 5.0, сосредоточившей внимание на человекоцентричности и социально-когнитивных технологиях: если Германия в 2011 г. сосредоточила внимание на автоматизации как технологическом прогрессе (была принята правительственная программа Industrie 4.0), то уже в 2016 г. бизнес-федерация Кейданрен предложила концепцию Умного общества (Smart Society) и правительство Японии приняло стратегию Общества 5.0 для построения киберфизического пространства социального развития.

Сегодня финансово-экономический подход к экономике знаний и роли образования как стадии производства интеллектуальных продуктов, пришедший с 1958 г. из сферы оценки инвестиций и корпоративного управления [14], нуждается в пересмотре: для эффективного развития сообщества (страны, территории, этнокультурной или цивилизационной общности) сетевой подход целесообразно применить не только к построению коммуникационных каналов и потоков данных, но и к разработке многоуровневой регулятивной модели [11] производства и распределения знаний, что позволяет реализовать экосистемный подход к образовательной деятельности как институциональной точке встречи интересов семей, бизнеса, государства не на индивидуальном уровне решения точечных задач, а на уровне системного гибкого управления талантами и формирования компетенций.

Сеть может определяться как совокупность связей людей и объектов, взаимодействующих друг с другом с помощью разных технологических каналов для обмена ресурсами и деятельностью [17, 18]. С более абстрактной математической точки зрения, понятие сети употребляется как синоним графа и описывает любую систему узлов (вершин), соединенных рёбрами (дугами) [5].

Сетевая теория – реляционное направление социальных наук, центральным предметом изучения в котором выступают отношения между субъектами: место актора в структуре сети рассматривается как фактор, определяющий его поведение и целеполагание, и одновременно как социальный капитал и ресурс достижения целей [13]. Для данного исследования особенно важны социальные сети, но для их анализа можно опираться как на традиционное социологическое их понимание как систем контактов и устойчивых связей между условно самостоятельными субъ-

ектами общества (индивидами, группами), Social Network, так и на трактовку соцсети как программного продукта, посредника для реализации этих контактов, Social Media – Росстат для сбора данных определяет их как «сервисы, основанные на интернет-технологиях, которые позволяют связывать пользователей на основе заполнения персональной информации, общих интересов и идей, предоставлять другим пользователям доступ к своей персональной информации, создавать сообщества (группы) по интересам» [6]. Технологический подход отражает экономическую оценку: снижение транзакционных издержек в связи с развитием телекоммуникационных технологий привело к снижению роли иерархии в сетевом обществе. Быстрое развитие горизонтальных взаимосвязей позволяет эффективно строить взаимоотношения с клиентами в мультиплатформенной среде [1], что, собственно, и составляет основу экосистемного подхода.

Концепция сетевого общества выступает теоретической основой анализа подходов к построению работы образовательного учреждения как цифровой экосистемы. Сегодня понятие экосистемы как подхода к организации деятельности образовательного учреждения отражает завершение этапов последовательной эволюции функционирования университета как «завода-втуза» в индустриальной экономике и как «маркетплейса дипломов» (образовательных услуг) в постиндустриальном обществе, составивших «краткий» отступ продолжительностью менее одного столетия. Трёхзвенная спираль Г. Ицковица и Л. Лейдесдорффа 1995 г. (сегодня говорят об N-спиральной модели) уже рассматривает учебные заведения ВО и СПО как звено системы инновационного роста экономики и оптимизации сбалансированного развития общества [9, 15]. В западно-европейской и северо-американской научной литературе постепенно начало обнаруживаться смещение к символическим составляющим экономики и создания ценности, в результате не только исходную industrie (промысел, промышленность) решено было расширить до business, но и дополнить трёхзвенную спираль медийно-публичным компонентом «media-based and a culture-based public» [16], в результате, инновационная спираль, ориентированная изначально на производство знания как основы технологических решений для производственных предприятий, приобрела новое измерение, связанное с привлекательностью для широкой аудитории. Несмотря на очевидные преимущества такой концептуальной эволюции для управления учебными заведениями (особенно при условии расширения ассортимента платных образовательных услуг и маркетинговой ориентации на рекламу и усиление клиентской базы абитуриентов), сегодня можно обнаружить смещение в менеджменте образования от задач подготовки компетентных сотрудников и вовлечённых и ответственных участников общественных процессов к цели произвести благоприятное впечатление и занять высокое место в рейтинге, преобладание задач «казаться» над функцией «быть».

В этих условиях, изменение взгляда на цифровую трансформацию университета как адаптивной цифровой экосистемы позволяет вернуться к сбалансированному восприятию компонентов развития вуза как элемента «социо-биоэкономики», встроенного в социальную систему.

Адаптивная цифровая экосистема может быть определена как «эволюционно развивающаяся коалиция взаимосвязанных субъектов (предприятий, потребителей, исследовательских центров, поставщиков технологий), интегрированных вокруг цифровой платформы и совместно создающих ценность через обмен данными, сервисами и ресурсами» [8, с. 40]. Цифровая экосистема многогранна, она включает изменение парадигмы функционирования предприятия, учреждения на основе синергии сетевых эффектов и постепенное формирование метрик для многокритериальной оценки и прогноза, с учётом отраслевой, региональной, социокультурной специфики [8].

Уже несколько десятилетий обсуждается важность адаптивных компетенций, готовности менять профессиональную принадлежность и организационную позицию – от университета и колледжа ожидают не формирования отраслевой профессиональной идентичности на всю жизнь, а способности к life-long learning, обучению в течение всей жизни [15]. В этой ситуации, передача знаний выступает если не второстепенным процессом, то формой иллюстрации, практической реализации, примера для освоения навыков – а научение учиться, формирование компетенции постоянной адаптации и поиска новых знаний вновь становится ключевой особенностью учебного заведения, как это было в академии Сократа в IV в. до н.э., а затем в университетах в V в. и, хочется надеяться, в XXI вв.

Структура адаптивной цифровой экосистемы включает в себя целый набор разнородных качеств. Нейросеть поисковой машины предложила три определения, полезных для концептуального описания перехода в организации деятельности образовательных учреждений к экосистеме, которые отражают разнородные аспекты для понимания роли учебных заведений ВО и СПО в сети знаний:

– микориза как сеть из грибных нитей, через которые деревья и растения в лесу обмениваются питательными веществами и сигналами – важнейшим выводом для целей настоящего исследования является возможность извлечения выгод из функционирования одного типа субъектов (образование) для множества находящихся на той же территории субъектов (бизнес, семьи);

– артефакт, сделанное руками человека приспособление из переплетенных нитей или веревок, образующих ячейки (например, рыболовная, маскировочная или паутина) – величина ячеек зависит от воли человека, создающего такую сеть, например, государственный вуз должен быть заинтересован в более общих образовательных программах и подготовке гражданина как созидательного участника общественных процессов, в то же время корпоративные университеты сосредоточены на освоении их слушателями конкретных квалификационных знаний и умений;

– система связи, раскинутая на определенной территории (транспортная сеть, сеть автодорог) – налаженная система каналов передачи данных с учётом безопасности конфиденциальной информации участников процесса производства результатов интеллектуальной деятельности (патентование РИД, защита программного обеспечения и т.п.) и персональных данных лиц играет основополагающую роль для эффективного построения адаптивной цифровой экосистемы университета.

Для создания цифровой экосистемы образовательные учреждения меняют как организационную управленческую структуру, так и программно-аппаратную инфраструктуру, архитектуру содержания образовательного процесса от каталога курсов к сетевому формату адаптивной логики выбора курсов под запрос конкретного работодателя и под способности и таланты конкретного учащегося. Цифровая компетентность и экономика знаний пересекаются в экосистеме образовательного процесса в режиме постоянного проактивного конструирования траектории обучения: путь профессионального развития и личностного роста (общекультурных компетенций, коммуникативных навыков для работы в группе и для интеграции в организации) выстраивается на основе максимально широкого вовлечения наличествующего в обществе человеческого ресурса и его «приспособления» к задачам предприятий (реальной и сервисной экономики) с помощью освоения человеком необходимых компетенций. При этом, независимо от владения цифровыми технологиями и инструментарием, экосистема образования выстраивается таким образом, чтобы индивид с любым уровнем владения смог «интуитивно понятно» и быстро включиться в процесс знакомства с материалами и выполнения заданий. Например, система адаптивного подбора заданий уже несколько лет выстроена в образовательной платформе Центра молодежного инновационного творчества «Мегабит», где в зависимости от успешного выполнения заданий разной тематики, ориентированных на восприятие (визуальной, звуковой, кинестетической и логической модальности входа) или выстраивание онтологий, подбирается каждая следующая задача [7], что демонстрирует эффективность применения теории автоматизированного управления (ТАУ) к целям образовательного процесса, передачи знаний и трансмиссии культуры.

В этой связи, цифровая зрелость образовательного учреждения и цифровая культура участников образовательного процесса, которые сегодня заявляются как решающий фактор успеха проектов цифровой трансформации учебного заведения [15], утрачивает свою принципиальную значимость, уступая культуре постоянного поиска знаний в парадигме Сократа: «Я знаю лишь то, что ничего не знаю о том, о чём не ведаю». Этот же взгляд проходит сквозным фундаментом академической науки и после Сократа: Георг Зиммель считал, что «человек образованный – тот, кто знает, где найти то, чего он не знает», а Кирилл Михайлович Симонов (под псевдонимом Константин Симонов) отмечал, что «образованный человек тем и отличается от необразованного, что продолжает считать своё образование незаконченным». В этих условиях задача профессиональной ориентации переходит с уровня одноразового выбора, совершаемого однократно при планировании перехода от средней общеобразовательной школы к профессиональной траектории в СПО или вузе.

С технологической точки зрения, преодоление цифрового скачка от ручного труда сбора данных и рукописной отчётности и документооборота сегодня в большинстве вузов происходит в «два прыжка» через формирование многочисленных дублирующих документов. В этом смысле, цифровая зрелость организационной структуры и процессов делопроизводства в учебном заведении играет одновременно положительную и отрицательную роли:

– при прямом переходе к интегрированным базам данных пользователи испытывают удовольствие от красоты процесса [19] и удовлетворение от сокращения ручного труда, ускорения работы и свода дублирующих функций в единую базу данных – выгоды от цифровой трансформа-

ции смягчают такие социально-психологические эффекты, как индивидуальное сопротивление инновациям и культурная инерция, коллективная «отраслевая мудрость» и осторожность перед риском новых решений;

– при последовательном освоении множественных таблиц и шаблонов текстовых документов, загрузке учебных и отчётных материалов в несколько платформ пользователь испытывает усталость и раздражение, воспринимая переход к экосистеме как «ещё одну выдумку начальства» и проявление административного восторга от желания «цифровизации ради цифровизации», отчётов и рейтингов.

Сквозная интеграция экосистемы опирается на единые базы данных, каталоги цифровых сервисов на базе внутрикорпоративных серверов предприятий, участвующих в научно-исследовательской и учебной деятельности, а в отдельных случаях, с разрешения служб безопасности государства (в случаях гостайны в учреждениях, связанных с технологиями оборонного или двойного назначения) и предприятий, а также с позиций защиты интеллектуальной собственности, – облачных технологий, причём сервера для функционирования таких облаков также выбираются с учётом защищённости от внешнего вмешательства.

Адаптивность такой экосистемы состоит в «преадаптации», проактивном смещении фокуса с приспособления к меняющемуся миру на опережающее развитие гибкой способности искать знания и применять имеющиеся знания о мире к решению возникающих проблем. Научно-методологическая база таких систем описана в современных исследованиях, с акцентом на процессное управление и проектирование новых цифровых сред. Развитие креативных кластеров при университетах превращает академическое образовательное учреждение в место реализации творческого потенциала молодых людей, вовлечённых в реальные созидательные процессы для экономики своей страны, что позволяет им видеть конкретные социальные лифты и эффект от своего вклада в развитие как отрасли, так и общества в целом.

Литература

1. Абабкова М.Ю., Голохвастов Д.В., Покровская Н.Н. Инновационный рост виртуальной экономики: смена регулятивной парадигмы // Экономика и управление. - 2021. - Т. 27, № 8(190). - С. 576-592. DOI: 10.35854/1998-1627-2021-8-576-592 EDN: UGVMZD

2. Бойко С.В., Гарин А.К., Покровская Н.Н. Игровые валюты как ценностно-регулятивный механизм в условиях цифровизации коммуникаций // Технологии PR и рекламы в современном обществе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. - СПб.: Политех-Пресс, 2020. - 58-64. EDN: YSSHQJ

3. Верминенко Ю.В., Иванов Д.А., Покровская Н.Н. Креативная экономика России: новые статистические показатели и роль вузов в формировании креативных кластеров // Экономика и управление: проблемы, решения. - 2026. - Т. 5, № 1(166). - С. 175-185. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2026.01.05.019 EDN: FGNHAF

4. Гарин А.К., Покровская Н.Н. Партиципативное конструирование коммуникационного пространства: инди-игра minecraft как реализация концепции распределенных сетей // Технологии PR и рекламы в современном обществе. Материалы XIII Всеросс. научно-практ. конф. СПб.: СПбПУ, 2018. - С. 104-108.

5. Коцюба И.Ю., Покровская Н.Н. Анализ коммуникационных особенностей малой группы в структуре социальных сетей // Эргодизайн. - 2026. - № 1(31). - С. 38-46. DOI: 10.30987/2658-4026-2026-1-38-46 EDN: RCJRWA

6. Официальная статистическая методология формирования официальной статистической информации об использовании цифровых технологий, утв. Приказом Росстата от 21.8.2025 №415 (ред. от 26.11.2025) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_513105/.

7. Слободской А.Л., Теребкова Т.А., Гарин А.К. Цифровое образование и новое технологическое поколение: спрос на новый контент в обучении // Наука о данных. Материалы международной научно-практической конференции. СПб.: СПбГЭУ, 2020. С. 287-289. EDN: MYUXGE

8. Ташкинов А.Г. Концептуальная модель цифровой адаптивной экосистемы промышленного предприятия в условиях индустрии 4.0 // π-Economy. 2026. № 19 (1). С. 36-61. DOI: 10.18721/JE.19102 EDN: QSLDPO

9. Титова Е.С. Развитие модели тройной спирали для оптимизации инновационной деятельности в биоэкономике России // Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова. 2026;(2):73-89. DOI: 10.21686/2413-2829-2026-2-73-89 EDN: BOFOQV

10. Тюлин А.В., Покровская Н.Н. Психологические вопросы формирования регулятивных механизмов в цифровой среде // Технологии в инфосфере. - 2021. - Т. 2, № 2(3). - С. 106-125. DOI: 10.48417/technolang.2021.02.11 EDN: BMNIWI

11. Шангутов А.О., Шангутов О.А., Гарин А.К., Покровская Н.Н. Цифровые технологии государственных функций и сетевые модели коммуникации социального предпринимательства // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. - 2022. - № 1. - С. 32-41. DOI: 10.24412/1994-3776-2022-1-32-41 EDN: GIYZWJ

12. Шангутов О.А., Гарин А.К., Покровская Н.Н. Формирование кадрового суверенитета цифровой экономики в мобилизационной модели: социальная безопасность и человеческий капитал // Менеджмент XXI века: формирование суверенной системы образования Российской Федерации: Материалы XXII международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22-23 ноября 2023. - СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2024. - С. 136-139.

13. Barnes J.A. Class and Committees in a Norwegian Island Parish // Human Relations. - 1954. - Vol. 7, Issue 1. Pp. 39-58. DOI: 10.1177/001872675400700102 EDN: JMIUCD

14. Cappelli L., Fedorov D. A., Korableva O. N., Pokrovskaia N. N. Digital regulation of intellectual capital for open innovation: Industries' expert assessments of tacit knowledge for controlling and networking outcome // Future Internet. - 2021. - Vol. 13, No. 2. - P. 1-28. DOI: 10.3390/fi13020044 EDN: TITLIW

15. Garin A.K., Pokrovskaia N.N. Strategies for Bridging the Digital Divide by Enhancing Communication Competence // Proc. Communication Strategies in Digital Society Seminar, ComSDS 2022, St. Petersburg, 13 apr 2022. - St. Petersburg: IEEE, 2022. - P. 166-170. DOI: 10.1109/ComSDS55328.2022.9769146 EDN: YMSMGM

16. Gouvea R., Li Sh. Smart Nations for All, Disability and Jobs: A Global Perspective // Journal of the Knowledge Economy, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET), 2002, June. - Vol. 13(2). Pp. 1635-1650. DOI: 10.1007/s13132-021-00796-9 EDN: ZBMPGG

17. Granovetter M. S. The Strength of Weak Ties // American Journal of Sociology. – 1973. – Vol.78, Issue 6 (May, 1973). – Pp. 1360-1380.

18. Katz M. L., Shapiro C. Network Externalities, Competition, and Compatibility // The American Economic Review. 1985., Vol. 75, No. 3. (Jun. 1985), pp. 424-440. URL: https://www.jstor.org/stable/1814809.

19. Pokrovskaia N.N. Leisure and entertainment as a creative space-time manifold in a post-modern world // Handbook of Research on the Impact of Culture and Society on the Entertainment Industry. Hershey, PA: IGI Global, 2014. - P. 21-38. DOI: 10.4018/978-1-4666-6190-5.ch002 EDN: VACQMD

20. Wei F., Pokrovskaia N.N. Digitizing of regulative mechanisms on the masterchain platform for the individualized competence portfolio // Proceedings of 2017 IEEE VI Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations), SPUE 2017, St. Petersburg, 15-17 Nov 2017. - St. Petersburg: IEEE Inc., 2017. - P. 73-76. DOI: 10.1109/IVForum.2017.8246055 EDN: VBTOVJ

Daptive digital ecosystem of an educational institution as a transition from a fragmented clip mosaic to a knowledge network

Trapitsin S.Yu., Ivanov D.A., Garin A.K.

A.I. Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", Megabit LLC

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The prevailing approach to higher and secondary vocational education as a mere producer of competent labour proves inadequate in the context of a mobilisation economy and the ongoing reindustrialisation, as it fails to leverage network effects and underestimates the broader social role of educational institutions. This article advocates for a paradigm shift towards designing educational establishments as adaptive digital ecosystems that integrate networked knowledge creation and distribution. Drawing on the theories of the network society, the triple-helix model, and the evolution from Industry 4.0 to human-centric Industry 5.0, the study demonstrates that such ecosystems enable a transition from fragmented, clip-based information to a coherent knowledge network. Key features include adaptive and predictive capabilities, proactive pre-adaptation, seamless data integration, personalised learning trajectories, and multi-stakeholder collaboration. The proposed ecosystem approach not only addresses the strategic imperatives of the digital economy but also restores the university's foundational mission as a transmitter of culture and a developer of human potential. The article concludes that fostering digital maturity and overcoming administrative redundancies are essential for building resilient socio-economic development through education.

Keywords: digital transformation, education, ecosystem, management, service.

References

1. Ababkova M.Yu., Golokhvastov D.V., Pokrovskaya N.N. Innovative growth of the virtual economy: a change in the regulatory paradigm // Economics and management. - 2021. - Vol. 27, No. 8(190). - pp. 576-592. DOI: 10.35854/1998-1627-2021-8-576-592 EDN: UGVMZD

2. Boyko S.V., Garin A.K., Pokrovskaya N.N. Game currencies as a value-regulatory mechanism in the context of digitalization of communications // Technologies of PR and advertising in modern society. Materials of the All-Russian scientific and practical conference. St. Petersburg: Polytech Press, 2020. 58-64. EDN: YSSHQJ

3. Verminenko Yu.V., Ivanov D.A., Pokrovskaya N.N. The creative economy of Russia: new statistical indicators and the role of universities in the formation of creative clusters //

Economics and management: problems, solutions. - 2026. - Vol. 5, No. 1(166). - pp. 175-185. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2026.01.05.019 EDN: FGNHAF
4. Garin A.K., Pokrovskaya N.N. Participatory construction of the communication space: The indie minecraft game as an implementation of the concept of distributed networks // PR and advertising technologies in modern society. Materials of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference. St. Petersburg: SPbPU, 2018, pp. 104-108.
5. Kotsyuba I.Yu., Pokrovskaya N.N. Analysis of communication features of a small group in the structure of social networks // Ergodesign. - 2026. - № 1(31). - Pp. 38-46. DOI: 10.30987/2658-4026-2026-1-38-46 EDN: RCJRWA
6. Official statistical methodology for the formation of official statistical information on the use of digital technologies, approved by By Rosstat Order No. 415 dated 08/21/2025 (as amended on 11/26/2025) URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_513105 /.
7. Slobodskoy A.L., Terebkova T.A., Garin A.K. Digital education and the new technological generation: demand for new content in education // Data Science. Materials of the international scientific and practical conference. St. Petersburg: SPbGEU, 2020. pp. 287-289. EDN: MYUXGE
8. Tashkinov A.G. Conceptual model of the digital adaptive ecosystem of an industrial enterprise in the context of industry 4.0 // pi-Economy. 2026. No. 19 (1). pp. 36-61. DOI: 10.18721/JE.19102 EDN: QSLDPO
9. Titova E.S. The development of the triple helix model for optimizing innovation in the bioeconomy of Russia // Bulletin of Plekhanov Russian University of Economics. 2026;(2):73-89. DOI: 10.21686/2413-2829-2026-2-73-89 EDN: BOFOQV
10. Tyulin A.V., Pokrovskaya N.N. Psychological issues of the formation of regulatory mechanisms in the digital environment // Technologies in the infosphere. - 2021. - Vol. 2, No. 2(3). - pp. 106-125. DOI: 10.48417/technolang.2021.02.11 EDN: BMNIWI
11. Shangutov A.O., Shangutov O.A., Garin A.K., Pokrovskaya N.N. Digital technologies of state functions and network communication models of social entrepreneurship // Telescope: Journal of Sociological and Marketing Research. - 2022. - No. 1. - pp. 32-41. DOI: 10.24412/1994-3776-2022-1-32-41 EDN: GIYZWJ
12. Shangutov O.A., Garin A.K., Pokrovskaya N.N. Formation of personnel sovereignty of the digital economy in the mobilization model: social security and human capital // Management of the XXI century: formation of the sovereign education system of the Russian Federation: Proceedings of the XXII International Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, November 22-23, 2023. - St. Petersburg: A. I. Herzen Russian State Pedagogical University, 2024. - pp. 136-139.
13. Barnes J.A. Class and Committees in a Norwegian Island Parish // Human Relations. - 1954. - Vol. 7, Issue 1. Pp. 39-58. DOI: 10.1177/001872675400700102 EDN: JMIUCD
14. Cappelli L., Fedorov D. A., Korableva O. N., Pokrovskaia N. N. Digital regulation of intellectual capital for open innovation: Industries' expert assessments of tacit knowledge for controlling and networking outcome // Future Internet. - 2021. - Vol. 13, No. 2. - P. 1-28. DOI: 10.3390/fi13020044 EDN: TITLIW
15. Garin A.K., Pokrovskaia N.N. Strategies for Bridging the Digital Divide by Enhancing Communication Competence // Proc. Communication Strategies in Digital Society Seminar, ComSDS 2022, St. Petersburg, 13 apr 2022. - St. Petersburg: IEEE, 2022. - P. 166-170. DOI: 10.1109/ComSDS55328.2022.9769146 EDN: YMSMGM
16. Gouvea R., Li Sh. Smart Nations for All, Disability and Jobs: A Global Perspective // Journal of the Knowledge Economy, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET), 2002, June. - Vol. 13(2). Pp. 1635-1650. DOI: 10.1007/s13132-021-00796-9 EDN: ZBMPGG
17. Granovetter M. S. The Strength of Weak Ties // American Journal of Sociology. – 1973. – Vol.78, Issue 6 (May, 1973). – Pp. 1360-1380.
18. Katz M. L., Shapiro C. Network Externalities, Competition, and Compatibility // The American Economic Review. 1985., Vol. 75, No. 3. (Jun. 1985), pp. 424-440. URL: https://www.jstor.org/stable/1814809.
19. Pokrovskaia N.N. Leisure and entertainment as a creative space-time manifold in a post-modern world // Handbook of Research on the Impact of Culture and Society on the Entertainment Industry. Hershey, PA: IGI Global, 2014. - P. 21-38. DOI: 10.4018/978-1-4666-6190-5.ch002 EDN: VACQMD
20. Wei F., Pokrovskaia N.N. Digitizing of regulative mechanisms on the masterchain platform for the individualized competence portfolio // Proceedings of 2017 IEEE VI Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches (Science. Education. Innovations), SPUE 2017, St. Petersburg, 15-17 Nov 2017. - St. Petersburg: IEEE Inc., 2017. - P. 73-76. DOI: 10.1109/IVForum.2017.8246055 EDN: VBTOVJ

Развитие бизнес-модели организации в сфере услуг с учетом институциональных изменений

Шмаков Андрей Владимирович
магистрант, Базовая кафедра Благотворительного фонда поддержки образовательных программ «КАПИТАНЫ» «Инновационный менеджмент и социальное предпринимательство», Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, mr.andrey_2002@mail.ru

В статье рассматриваются теоретико-методические и прикладные аспекты развития бизнес-модели организации в сфере услуг в условиях институциональных изменений. Актуальность исследования определяется тем, что современный сектор услуг функционирует в среде высокой регуляторной, технологической и поведенческой динамики, где устойчивость организации зависит не только от качества предоставляемой услуги, но и от способности своевременно адаптировать ценностное предложение, каналы взаимодействия с потребителями, партнерскую сеть, структуру издержек и механизмы извлечения дохода.

Цель исследования заключается в обосновании направлений трансформации бизнес-модели сервисной организации под воздействием формальных и неформальных институтов, включая изменения законодательства, цифровизацию, стандартизацию, развитие платформенной экономики, изменение потребительского поведения и усиление требований к прозрачности управления.

Методологическую основу статьи составили институциональный, системный, процессный и стратегический подходы, а также методы сравнительного анализа, обобщения, структурирования и логического моделирования. В результате исследования уточнено содержание бизнес-модели организации сферы услуг как динамической системы создания, доставки и присвоения ценности, зависящей от институциональной среды.

Выделены ключевые институциональные факторы, влияющие на развитие бизнес-модели: нормативно-правовое регулирование, цифровые платформы, стандарты качества, доверие потребителей, контрактные практики, государственная поддержка и конкурентные правила.

Предложена логика адаптации бизнес-модели сервисной организации, включающая диагностику институциональных изменений, переоценку ценностного предложения, модернизацию операционных процессов, цифровизацию клиентского взаимодействия, развитие партнерств и институционализацию механизмов контроля качества.

Ключевые слова: бизнес-модель, сфера услуг, институциональные изменения, сервисная организация, цифровизация, ценностное предложение, институциональная среда, стратегическое управление, потребительское поведение, организационное развитие, платформенная экономика, конкурентоспособность, качество услуг, адаптация бизнеса.

Введение

Современная экономика характеризуется устойчивым ростом значения сферы услуг, которая выступает не только самостоятельным сектором хозяйственной деятельности, но и важнейшим элементом воспроизводственного процесса, обеспечивающим развитие промышленности, торговли, финансов, здравоохранения, образования, транспорта, туризма и цифровой экономики. По мере усложнения хозяйственных связей именно сервисные организации становятся проводниками инноваций, клиентских практик и новых форм делового взаимодействия [1; 2].

Как справедливо отмечают представители институционального направления экономической науки, экономическое поведение организаций определяется не только рыночными стимулами, но и системой ограничений, норм и правил, задающих допустимые и эффективные способы взаимодействия [5; 6].

Для организаций сферы услуг институциональные изменения имеют особое значение. Это связано с тем, что услуга обладает рядом специфических характеристик: неосязаемостью, высокой зависимостью от качества взаимодействия между исполнителем и потребителем, невозможностью полного отделения процесса производства от процесса потребления, значимостью доверия, репутации и клиентского опыта [7; 8].

Следовательно, изменение институциональной среды непосредственно влияет на содержание ценностного предложения, требования к персоналу, способы продвижения, каналы коммуникации, формат обслуживания и структуру издержек. Особую актуальность проблема развития бизнес-модели приобрела в связи с цифровизацией экономики, распространением платформенных решений, усилением роли данных, автоматизацией процессов обслуживания и изменением потребительских ожиданий [9; 10].

Клиенты все чаще ожидают персонализированного сервиса, гибкого доступа к услугам, прозрачности ценообразования, быстрой обратной связи и цифрового сопровождения сделки.

В таких условиях традиционные бизнес-модели, основанные преимущественно на офлайн-обслуживании и линейной цепочке создания стоимости, становятся недостаточно устойчивыми.

Бизнес-модель организации в сфере услуг следует рассматривать как систему взаимосвязанных элементов, определяющих, каким образом организация создает ценность для потребителя, доставляет ее на рынок и получает экономический результат [11; 12].

Научная значимость данной темы обусловлена необходимостью уточнения взаимосвязи между институциональными изменениями и трансформацией бизнес-моделей сервисных организаций. Практическая значимость заключается в возможности использования предложенного подхода при разработке стратегий развития предприятий сферы услуг, повышении их конкурентоспособности и адаптационной устойчивости.

Цель исследования - обосновать направления развития бизнес-модели организации в сфере услуг с учетом институциональных изменений.

Для достижения указанной цели поставлены следующие задачи:

1. раскрыть содержание бизнес-модели организации сферы услуг в институциональном контексте;
2. определить основные институциональные факторы, влияющие на трансформацию сервисного бизнеса;
3. предложить направления развития бизнес-модели организации в сфере услуг;
4. сформулировать практические рекомендации по повышению адаптивности сервисных организаций.

Материалы и методы

Методологическую основу исследования составили институциональный, системный, процессный и стратегический подходы. Институциональный подход позволил рассмотреть бизнес-модель не изолированно, а во взаимосвязи с совокупностью формальных и неформальных правил, определяющих поведение организаций и потребителей [3; 5]. Системный подход применялся для анализа бизнес-модели как совокупности взаимозависимых элементов: ценностного предложения, клиентских сегментов, каналов взаимодействия, ключевых ресурсов, партнерств, доходов и затрат [11; 14].

Процессный подход был использован для характеристики изменений в операционной деятельности сервисной организации. Стратегический подход позволил выявить долгосрочные направления адаптации

бизнес-модели к институциональной среде [15; 16]. В качестве теоретической базы исследования использованы труды российских авторов в области институциональной экономики, стратегического управления, экономики сферы услуг, предпринимательства, цифровой экономики и организационного развития.

Особое значение имеют работы Р.М. Нуреева, А.Н. Олейника, В.Л. Тамбовцева, В.М. Полтеровича, Г.Б. Клейнера, А.И. Татаркина, С.Ю. Глазьева, А.В. Бузгалина, Б.З. Мильнера, О.С. Виханского, А.И. Наумова, Р.А. Фатхутдинова, А.П. Егоршина, И.Н. Герчиковой, Л.И. Ерохиной, Е.В. Попова, В.Л. Иноземцева и других исследователей [14].

В исследовании применялись следующие методы:

- анализ научной литературы - для выявления теоретических подходов к определению бизнес-модели и институциональных изменений;
- сравнительный метод - для сопоставления традиционных и адаптивных бизнес-моделей в сфере услуг;
- метод классификации - для группировки институциональных факторов влияния;
- метод логического моделирования - для построения схемы развития бизнес-модели сервисной организации;
- метод научного обобщения - для формулирования выводов и практических рекомендаций.

Объектом исследования выступают организации сферы услуг, функционирующие в условиях изменяющейся институциональной среды. Предметом исследования являются управленческие отношения, возникающие в процессе развития бизнес-модели сервисной организации под влиянием институциональных изменений.

В рамках исследования бизнес-модель рассматривается не как статичное описание коммерческой логики предприятия, а как динамическая управленческая конструкция, изменяемая под воздействием внешних и внутренних факторов. Такой подход соответствует современному пониманию организации как открытой социально-экономической системы, адаптирующейся к изменениям внешней среды [14; 17].

Результаты

1.Содержание бизнес-модели организации сферы услуг в институциональном контексте. Бизнес-модель организации сферы услуг представляет собой систему управленческих решений, определяющих способ создания, предоставления и монетизации ценности для потребителя. В отличие от производственных предприятий, сервисные организации в большей степени зависят от качества коммуникации с клиентом, уровня доверия, репутации, компетенций персонала и способности обеспечивать стабильный клиентский опыт [7; 8].

В институциональном контексте бизнес-модель сервисной организации включает следующие элементы:

1. ценностное предложение - совокупность выгод, которые получает клиент при обращении к организации;
2. клиентские сегменты - группы потребителей, различающиеся по потребностям, платежеспособности, поведенческим характеристикам и требованиям к качеству;
3. каналы взаимодействия - офлайн- и онлайн-способы коммуникации, продвижения, продажи и сопровождения услуги;
4. ключевые ресурсы - персонал, технологии, данные, бренд, инфраструктура, партнерская сеть;
5. ключевые процессы - обслуживание, консультирование, сопровождение, контроль качества, обратная связь;
6. партнерская архитектура - поставщики, цифровые платформы, финансовые организации, государственные институты, профессиональные объединения;
7. модель доходов - способы получения выручки: разовая оплата, подписка, абонентская модель, комиссия, пакетные предложения;
8. структура издержек - постоянные и переменные затраты, транзакционные издержки, расходы на цифровизацию, обучение персонала и соблюдение регуляторных требований. Институциональные изменения воздействуют на каждый из указанных элементов.

Например, изменение законодательства может потребовать корректировки договорных отношений и стандартов обслуживания; цифровизация - перестройки каналов взаимодействия; изменение потребительских норм - обновления ценностного предложения; усиление конкуренции - внедрения новых форм ценообразования и программ лояльности [9; 18].

Таким образом, бизнес-модель в сфере услуг выступает не только экономическим, но и институционально обусловленным механизмом. Она должна соответствовать правилам рынка, ожиданиям потребителей, требованиям государства и нормам профессионального сообщества.

2. Основные институциональные факторы развития бизнес-модели. На основе анализа научной литературы и современных тенденций развития сферы услуг можно выделить несколько групп институциональных факторов, влияющих на трансформацию бизнес-модели организации.

Формальные институты, закрепленные в законодательстве, стандартах, регламентах и правилах государственного контроля, оказывают прямое влияние на деятельность сервисных организаций. Изменение налогового режима, требований к защите персональных данных, лицензированию, сертификации, трудовым отношениям и защите прав потребителей может существенно изменить структуру затрат и операционные процессы организации [3; 19]. Для сервисных организаций это означает необходимость постоянного мониторинга правовой среды и включения юридической адаптации в систему стратегического управления. Несоблюдение институциональных требований может привести к штрафам, потере репутации и снижению доверия клиентов.

Цифровизация является одним из наиболее значимых факторов изменения бизнес-моделей. Она трансформирует способы продвижения, коммуникации, оказания услуг, сбора данных и управления клиентским опытом [9; 10]. Платформенные решения позволяют организациям выходить на новые рынки, снижать транзакционные издержки и формировать сетевые эффекты. Вместе с тем цифровизация повышает зависимость организаций от внешних платформ, алгоритмов, рейтингов и цифровой инфраструктуры. Это формирует новые институциональные ограничения: необходимость соблюдения правил платформ, защиты данных, управления цифровой репутацией и обеспечения кибербезопасности.

Для многих отраслей сферы услуг важное значение имеют профессиональные стандарты, отраслевые нормы, этические кодексы и процедуры контроля качества. Они снижают неопределенность для потребителя и повышают доверие к организации [7; 22]. Включение стандартов качества в бизнес-модель позволяет организации повысить устойчивость, снизить риски конфликтов с потребителями и сформировать конкурентные преимущества. Однако это требует инвестиций в обучение персонала, регламентацию процессов и внутренний контроль.

С учетом выявленных факторов можно предложить основные направления развития бизнес-модели сервисной организации.

Первым направлением является пересмотр ценностного предложения. В условиях институциональных изменений организация должна ответить на вопрос: какую ценность она создает для клиента в новой среде? Если ранее конкурентное преимущество могло обеспечиваться только ценой или местоположением, то в современных условиях важными становятся удобство, надежность, цифровой доступ, безопасность, персонализация и прозрачность [11; 21]. Например, организация бытовых услуг может дополнить традиционный формат обслуживания онлайн-записью, системой отслеживания заказа, гарантией качества и цифровой оплатой. Образовательная организация может развивать гибридные программы, индивидуальные траектории обучения и цифровую поддержку слушателей. Медицинская сервисная организация - внедрять электронную запись, телемедицинское консультирование, стандарты информированного согласия и систему обратной связи.

Вторым направлением является развитие цифровых каналов взаимодействия с потребителями. Это включает сайт, мобильное приложение, CRM-систему, социальные сети, мессенджеры, платформы отзывов, онлайн-оплату и автоматизированную запись [9; 20]. Цифровые каналы позволяют: - снизить транзакционные издержки; - повысить доступность услуги; - ускорить коммуникацию; - формировать базу клиентских данных; - анализировать спрос; - повышать повторные продажи. Однако цифровизация должна быть не формальной, а встроенной в бизнес-модель. Иначе внедрение отдельных технологий не приведет к повышению эффективности. Как отмечают исследователи организационного развития, технологические изменения дают результат только при соответствующей перестройке процессов, компетенций и управленческой культуры [14; 17].

Третье направление связано с формированием партнерской архитектуры. В условиях институциональной неопределенности организация не всегда может самостоятельно обладать всеми необходимыми ресурсами. Поэтому возрастает роль партнерств с поставщиками, платформами, образовательными организациями, банками, IT-компаниями, профессиональными ассоциациями и государственными институтами [15; 23]. Партнерская сеть позволяет расширить предложение, снизить риски, получить доступ к новым клиентам и технологиям. Например, сервисная компания может сотрудничать с маркетплейсами, агрегаторами, центрами сертификации, банками для рассрочки платежей или образовательными центрами для повышения квалификации персонала.

Четвертым направлением является институционализация доверия. Для сферы услуг доверие является одним из ключевых нематериальных активов. Оно формируется через репутацию, отзывы, гарантии, стандарты обслуживания, прозрачность условий и ответственное поведение

организации [8; 22]. В бизнес-модель целесообразно включать следующие элементы управления доверием: - регламенты обслуживания; - систему оценки удовлетворенности клиентов; - работу с жалобами; - публичные гарантии; - контроль качества; - обучение персонала коммуникативным навыкам; - этические стандарты взаимодействия с клиентом. Доверие снижает транзакционные издержки, повышает повторные обращения и усиливает устойчивость организации в конкурентной среде [5; 6].

Пятое направление предполагает изменение способов монетизации услуг. В условиях изменения потребительских предпочтений организации могут использовать не только разовую оплату, но и абонентские модели, подписку, пакетные предложения, сервисные контракты, комиссионные схемы и персонализированные тарифы [12; 18].

Шестое направление связано с формированием компетенций, необходимых для работы в изменяющейся институциональной среде.

К ним относятся:

- правовая грамотность;
- цифровая компетентность;
- клиентоориентированность;
- аналитика данных;
- управление проектами;
- способность к организационному обучению;
- стратегическое мышление.

Организация, не обладающая такими компетенциями, может формально реагировать на изменения, но не использовать их как источник развития. Поэтому обучение персонала и развитие управленческой команды становятся важнейшими элементами бизнес-модели [16; 17].

На основе проведенного анализа можно предложить последовательную модель развития бизнес-модели организации в сфере услуг с учетом институциональных изменений.

Первый этап - диагностика институциональной среды. Организация анализирует изменения законодательства, рыночных правил, цифровых стандартов, потребительских ожиданий, конкурентной среды и профессиональных норм.

Второй этап - оценка текущей бизнес-модели. Проводится анализ ценностного предложения, клиентских сегментов, каналов продаж, ключевых ресурсов, процессов, партнерств, доходов и затрат.

Третий этап - выявление институциональных разрывов. Определяются несоответствия между текущей бизнес-моделью и новыми требованиями среды. Например, отсутствие цифровых каналов, слабая работа с отзывами, недостаточный контроль качества, зависимость от одного источника дохода.

Четвертый этап - проектирование изменений. Разрабатываются управленческие решения по адаптации ценностного предложения, цифровизации, партнерствам, качеству, персоналу и финансовой модели.

Пятый этап - внедрение изменений. Осуществляется поэтапная реализация новой бизнес-модели с распределением ответственности, ресурсным обеспечением и контролем сроков.

Шестой этап - оценка эффективности. Анализируются экономические и институциональные результаты: рост выручки, снижение издержек, повышение удовлетворенности клиентов, увеличение повторных обращений, снижение жалоб, повышение цифровой вовлеченности.

Седьмой этап - закрепление новых практик. Успешные изменения фиксируются в регламентах, стандартах, корпоративной культуре и системе управления. Предложенная модель отражает не разовое изменение бизнес-модели, а циклический процесс постоянной адаптации. Это особенно важно для сферы услуг, где изменения потребительского поведения и технологий происходят быстрее, чем во многих производственных отраслях.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что институциональные изменения являются не внешним фоном, а активным фактором развития бизнес-модели сервисной организации. Если организация игнорирует институциональную среду, она сталкивается с ростом транзакционных издержек, снижением доверия, потерей клиентов и ослаблением конкурентных позиций [5; 19].

Напротив, своевременное включение институциональных требований в стратегию развития позволяет повысить устойчивость и создать новые источники конкурентных преимуществ. В научной литературе бизнес-модель часто рассматривается преимущественно как инструмент стратегического управления или предпринимательского проектирования [11; 12]. Однако для сферы услуг важно дополнить это понимание институциональным измерением.

Услуга всегда связана с нормами взаимодействия, ожиданиями потребителя, степенью доверия и регуляторными ограничениями. Поэтому эффективная бизнес-модель должна быть не только экономически рациональной, но и институционально легитимной. Особого внимания заслуживает вопрос цифровизации.

На практике многие организации воспринимают цифровую трансформацию как внедрение сайта, CRM-системы или продвижение в социальных сетях. Однако цифровизация бизнес-модели означает более глубокое изменение логики создания ценности. Она предполагает использование данных о клиентах, автоматизацию процессов, персонализацию предложений, интеграцию онлайн- и офлайн-каналов, управление цифровой репутацией и развитие платформенных взаимодействий [9; 20].

Вместе с тем цифровизация не устраняет значения человеческого фактора. Для сферы услуг персонал по-прежнему остается ключевым носителем качества, доверия и клиентского опыта. Поэтому развитие бизнес-модели должно сочетать технологические решения с развитием компетенций сотрудников, управленческой культуры и внутренних стандартов обслуживания [14; 16].

Следует также подчеркнуть, что институциональные изменения могут создавать как угрозы, так и возможности. Например, усиление государственного регулирования увеличивает административную нагрузку, но одновременно способствует повышению качества и снижению недобросовестной конкуренции.

Развитие цифровых платформ усиливает зависимость от внешней инфраструктуры, но открывает доступ к новым клиентским сегментам. Изменение потребительских ожиданий требует дополнительных затрат, но позволяет формировать более устойчивые отношения с клиентами. Таким образом, стратегическая задача руководства сервисной организации состоит не только в реагировании на институциональные изменения, но и в их опережающем использовании. Организация должна развивать способность к институциональному обучению, то есть умение распознавать новые правила, интерпретировать их значение для бизнеса и преобразовывать внутренние процессы в соответствии с ними.

Заключение

Развитие бизнес-модели организации в сфере услуг с учетом институциональных изменений является необходимым условием обеспечения ее устойчивости, конкурентоспособности и долгосрочной эффективности. В современных условиях бизнес-модель не может рассматриваться как статичная схема получения дохода. Она представляет собой динамическую систему создания, доставки и присвоения ценности, постоянно адаптирующуюся к изменениям нормативно-правовой, технологической, рыночной и социокультурной среды.

В ходе исследования установлено, что на трансформацию бизнес-модели сервисной организации оказывают влияние следующие институциональные факторы: нормативно-правовое регулирование, цифровизация, развитие платформенной экономики, изменение потребительского поведения, стандартизация качества, профессиональные нормы, государственная поддержка и изменение конкурентных правил. Указанные факторы воздействуют на ценностное предложение, клиентские каналы, партнерскую сеть, структуру затрат, модель доходов и систему управления качеством.

Предложены ключевые направления развития бизнес-модели организации сферы услуг:

1. адаптация ценностного предложения к новым ожиданиям клиентов;
2. цифровая трансформация каналов взаимодействия;
3. развитие партнерской сети;
4. институционализация доверия и качества;
5. внедрение гибких моделей доходов;
6. развитие организационных и цифровых компетенций;
7. формирование системы мониторинга институциональной среды.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенная логика может быть использована руководителями сервисных организаций при разработке стратегии развития, проведении организационной диагностики, внедрении цифровых инструментов и формировании конкурентных преимуществ.

Научная значимость состоит в уточнении подхода к бизнес-модели сервисной организации как институционально обусловленной управленческой конструкции.

Такой подход позволяет преодолеть узкое понимание бизнес-модели как финансово-коммерческой схемы и рассматривать ее как механизм согласования внутренних ресурсов организации с внешними правилами экономического поведения.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой количественных показателей оценки институциональной адаптивности

бизнес-моделей, отраслевым анализом сервисных организаций и изучением влияния цифровых платформ на устойчивость малого и среднего бизнеса в сфере услуг.

Литература

1. Аганбегян А.Г. Социально-экономическое развитие России: анализ и прогноз. М.: Дело, 2017.
2. Иноземцев В.Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспективы. М.: Логос, 2000.
3. Нуреев Р.М. Курс микроэкономики. М.: Норма, 2018.
4. Олейник А.Н. Институциональная экономика. М.: ИНФРА-М, 2019.
5. Полтерович В.М. Институциональные ловушки и экономические реформы. М.: Российская экономическая школа, 1999.
6. Тамбовцев В.Л. Институциональный рынок как механизм институциональных изменений // Общественные науки и современность. 2001. № 5. С. 25–38.
7. Котлер Ф., Келлер К.Л. Маркетинг менеджмент / пер. с англ. под ред. российских специалистов. СПб.: Питер, 2018.
8. Ерохина Л.И., Башмачникова Е.В. Маркетинг в сфере услуг. М.: КНОРУС, 2016.
9. Клейнер Г.Б. Системная экономика как платформа развития современной экономической теории // Вопросы экономики. 2013. № 6. С. 4–28.
10. Глазьев С.Ю. Цифровая экономика как новая технологическая реальность // Экономические стратегии. 2018. № 5. С. 6–17.
11. Попов Е.В. Бизнес-модели предприятия: теория и практика формирования // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 4. С. 1115–1128.
12. Ревуцкий Л.Д. Бизнес-модели предприятий: сущность, структура, классификация // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 20. С. 3055–3070.
13. Татаркин А.И. Региональная направленность экономической политики Российской Федерации как института пространственного обустройства территорий // Экономика региона. 2016. Т. 12. № 1. С. 9–27.
14. Мильнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2019.
15. Виханский О.С., Наумов А.И. Менеджмент. М.: Магистр, 2020.
16. Фатхутдинов Р.А. Стратегический менеджмент. М.: Дело, 2017.
17. Егоршин А.П. Управление персоналом. Н. Новгород: НИМБ, 2018.
18. Герчикова И.Н. Менеджмент. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017.
19. Авдашева С.Б., Розанова Н.М. Теория организации отраслевых рынков. М.: Магистр, 2018.
20. Маркова В.Д. Цифровая экономика. М.: ИНФРА-М, 2021.
21. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика. М.: Финпресс, 2019.
22. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М.: ИНФРА-М, 2020.
23. Лапуста М.Г. Предпринимательство. М.: ИНФРА-М, 2019.
24. Бузгалин А.В., Колганов А.И. Экономическая компаративистика: сравнительный анализ экономических систем. М.: Проспект, 2018.
25. Львов Д.С. Экономика развития. М.: Экзамен, 2002.
26. Абалкин Л.И. Логика экономического роста. М.: Институт экономики РАН, 2002.
27. Кузьминов Я.И., Радаев В.В., Яковлев А.А., Ясин Е.Г. Институты: от заимствования к выращиванию // Вопросы экономики. 2005. № 5. С. 5–27.
28. Ясин Е.Г. Модернизация экономики и система ценностей. М.: ВШЭ, 2003.
29. Сухарев О.С. Институциональная экономика: теория и политика. М.: Наука, 2008.
30. Шаститко А.Е. Новая институциональная экономическая теория. М.: ТЕИС, 2010.

Development of the organization's business model in the service sector, taking into account institutional changes

Shmakov A.V.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the theoretical, methodological and applied aspects of the development of the business model of an organization in the service sector in the context of institutional changes. The relevance of the research is determined by the fact that the modern service sector operates in an environment of high regulatory, technological and behavioral dynamics, where the sustainability of the organization depends not only on the quality of the service provided, but also on the ability to timely adapt the value proposition, channels of interaction with consumers, partner network, cost structure and revenue generation mechanisms.

The purpose of the study is to substantiate the directions of transformation of the business model of a service organization under the influence of formal and informal institutions, including legislative changes, digitalization, standardization, development of a platform economy, changes in consumer behavior and increased requirements for management transparency.

The methodological basis of the article consists of institutional, systemic, process and strategic approaches, as well as methods of comparative analysis, generalization, structuring and logical modeling. As a result of the research, the content of the business model of the service sector organization as a dynamic system of value creation, delivery and assignment, depending on the institutional environment, has been clarified.

The key institutional factors influencing the development of the business model are highlighted: regulatory and legal regulation, digital platforms, quality standards, consumer trust, contractual practices, government support and competitive rules.

The logic of adapting the business model of a service organization is proposed, including the diagnosis of institutional changes, the reassessment of the value proposition, the modernization of operational processes, the digitalization of customer interaction, the development of partnerships and the institutionalization of quality control mechanisms.

It is concluded that the development of a business model in the service sector should be considered as a continuous management process that ensures the alignment of the internal structure of the organization with changing market institutions.

Keywords: business model, service sector, institutional changes, service organization, digitalization, value proposition, institutional environment, strategic management, consumer behavior, organizational development, platform economy, competitiveness, quality of services, business adaptation.

References

1. Aganbegyan A.G. Socio-economic development of Russia: analysis and forecast. Moscow: Delo, 2017.
2. Inozemtsev V.L. Modern post-industrial society: nature, contradictions, prospects. Moscow: Logos, 2000.
3. Nureyev R.M. Course of microeconomics. Moscow: Norm, 2018.
4. Oleinik A.N. Institutional economics. Moscow: INFRA-M, 2019.
5. Polterovich V.M. Institutional traps and economic reforms. Moscow: Russian School of Economics, 1999.
6. Tambovtsev V.L. The institutional market as a mechanism of institutional change // Social sciences and modernity. 2001. No. 5. pp. 25-38.
7. Kotler F., Keller K.L. Marketing management / translated from English. edited by Russian specialists. St. Petersburg: Peter, 2018.
8. Erokhina L.I., Bashmachnikova E.V. Marketing in the service sector. Moscow: KNORUS, 2016.
9. Kleiner G.B. System economics as a platform for the development of modern economic theory // Economic issues. 2013. No. 6. pp. 4-28.
10. Glazyev S.Y. Digital economy as a new technological reality // Economic strategies. 2018. No. 5. pp. 6-17.
11. Popov E.V. Business models of an enterprise: theory and practice of formation // The economy of the region. 2018. Vol. 14. No. 4. pp. 1115-1128.
12. Revutsky L.D. Business models of enterprises: essence, structure, classification // Russian entrepreneurship. 2017. Vol. 18. No. 20. pp. 3055-3070.
13. Tatarkin A.I. Regional orientation of the economic policy of the Russian Federation as an institution of spatial arrangement of territories // The economy of the region. 2016. Vol. 12. No. 1. pp. 9-27.
14. Milner B.Z. Theory of organization, Moscow: INFRA-M, 2019.
15. Vikhansky O.S., Naumov A.I. Management. Moscow: Magister, 2020.
16. Fatkhutdinov R.A. Strategic management. Moscow: Delo, 2017.
17. Egorshin A.P. Personnel management. Nizhny Novgorod: NIMBUS, 2018.
18. Gerchikova I.N. Management. Moscow: UNITY-DANA, 2017.
19. Avdasheva S.B., Rozanova N.M. Theory of the organization of industrial markets. Moscow: Magister, 2018.
20. Markova V.D. Digital Economy. Moscow: INFRA-M, 2021.
21. Golubkov E.P. Marketing research: theory, methodology and practice. Moscow: Finpress, 2019.
22. Raizberg B.A., Lozovsky L.Sh., Starodubtseva E.B. Modern economic dictionary. Moscow: INFRA-M, 2020.
23. Lapusta M.G. Entrepreneurship. Moscow: INFRA-M, 2019.
24. Buzgalin A.V., Kolganov A.I. Economic comparative studies: a comparative analysis of economic systems. Moscow: Prospekt, 2018.
25. Lvov D.S. Economics of development. Moscow: Exam, 2002.
26. Abalkin L.I. Logic of economic growth. Moscow: Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, 2002.
27. Kuzminov Ya.I., Radaev V.V., Yakovlev A.A., Yasin E.G. Institutions: from borrowing to cultivation // Economic issues. 2005. No. 5. pp. 5-27.
28. Yasin E.G. Modernization of the economy and the value system. Moscow: HSE, 2003.
29. Sukharev O.S. Institutional economics: theory and politics. Moscow: Nauka, 2008.
30. Shastitko A.E. New institutional economic theory. Moscow: TEIS, 2010.

Методика встраивания механизмов защиты информации в жизненный цикл автоматизированных бизнес-процессов

Яковлева Марина Руслановна
бакалавр, МИРЭА - Российский технологический университет, m.ykvlv@mail.ru

В статье рассматривается задача включения механизмов защиты информации в жизненный цикл автоматизированных бизнес-процессов. Показано, что защитные меры часто вводятся после проектирования процесса и оказываются слабо согласованными с его логикой. Предложена методика, которая связывает стадии жизненного цикла процесса с защитными механизмами и обеспечивает их обоснованный выбор. Методика включает матрицу соответствия «стадия – актив – угроза – механизм», алгоритм выбора защитных мер по уровню риска, стоимости и влиянию на производительность, а также показатели защищённости процесса. Сделан вывод о применимости методики независимо от используемой нотации моделирования.

Ключевые слова: бизнес-процесс, жизненный цикл, защита информации, системный анализ, моделирование процессов, матрица соответствия, многокритериальный выбор, защита на этапе проектирования.

Введение

Цифровая трансформация организаций сопровождается переносом всё большей доли управленческой и операционной деятельности в автоматизированные бизнес-процессы, то есть в формализованные, исполняемые информационными системами последовательности задач, потоков данных и ролей исполнителей. При автоматизации таких процессов, то есть при передаче их исполнения программно-техническим средствам, повышается согласованность операций и снижается влияние человеческого фактора, однако одновременно расширяется пространство возможных нарушений: чем плотнее процесс связан с информационными системами, тем он чувствительнее к искажению, утечке или недоступности обрабатываемых данных. На практике меры защиты информации нередко вводятся уже после того, как процесс спроектирован и внедрён, из-за чего механизмы безопасности оказываются внешними по отношению к логике процесса и слабо с ней согласованными; при таком порядке возрастает совокупная стоимость доработок и остаются непокрытыми отдельные стадии обращения информации. Отсюда – потребность в системном рассмотрении защиты как свойства, закладываемого в процесс на всём протяжении его существования, от замысла до вывода из эксплуатации. Цель настоящей статьи состоит в разработке методики встраивания механизмов защиты информации в жизненный цикл автоматизированных бизнес-процессов, опирающейся на средства системного анализа и обеспечивающей обоснованный отбор защитных мер применительно к каждой стадии жизненного цикла.

Основная часть

Теоретической опорой для встраивания защиты в процесс служат сложившиеся средства описания и анализа бизнес-процессов. В работах, посвящённых сравнению нотаций моделирования, обосновано, что графические языки – прежде всего BPMN (Business Process Model and Notation, нотация моделирования бизнес-процессов), IDEF0 и UML – различаются по выразительности, детализации и пригодности к последующей автоматизации, а для задач цифровой трансформации предпочтителен комбинированный подход, сочетающий несколько нотаций [1]. Выразительные возможности этих языков не ограничиваются статическим описанием: как показано С. А. Потрясаевым, на основе BPMN строятся логико-динамические и имитационные модели сложных процессов, применяемые для упреждающего управления их поведением [2]. Наряду с описанием отдельного процесса развивается направление оценки автоматизации предприятия в целом, в рамках которого фиксируется переход от «лоскутной» автоматизации разрозненных участков к комплексной, опирающейся на сквозную информационную поддержку, а функциональная декомпозиция процессов используется как инструмент определения достигнутого уровня автоматизации [3].

Как только объектом анализа становится организация целиком, процессное описание утрачивает статус самостоятельного инструмента и оказывается лишь одной из составляющих системного анализа сложных организационных структур. Показательна в этом отношении работа А. В. Родионова с соавторами, где предлагается «гибридная методология моделирования, объединяющую преимущества различных подходов», в число которых входят ARIS, EEPC, BPMN, IDEF и ряд других нотаций [4]. Такое решение, по существу, означает параллельное обращение к разнородным методологическим установкам и к нескольким программным средам одновременно.

Параллельно в литературе закрепился тезис, согласно которому защита данных не может быть отнесена к завершающим стадиям создания системы. Её следует учитывать с самых первых шагов проектирования. В концепции конструктивной информационной безопасности, разработанной В. В. Куляминым, А. К. Петренко и Е. А. Рудиной, эта установка выражена требованием «с самого начала проектирования не оставлять проблемы защиты системы на более поздние этапы», то есть решать задачи реализации базовой функциональности и задачи защиты в едином цикле. Защищённость при этом становится свойством самой архитектуры продукта, а не результатом действия одних лишь внешних контролирующих механизмов [7].

Ту же идею закрепляет принцип «безопасность через проектирование» (security by design), при котором перечень защитных механизмов и предъявляемые к ним требования формируются синхронно с архитектурой продукта, а отправной точкой служит оценка рисков. М. Ю. Пакля-

ченко обращает внимание на то, что данный принцип имеет эмпирическое, а не умозрительное происхождение [6]. Он опирается на практику ведущих производителей программного обеспечения, в частности на методику Operational Security Assurance компании Microsoft и на Cisco Secure Development Lifecycle, а также на действующую нормативную базу, где особое место занимает ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002-2021.

Прикладное воплощение изложенных представлений даёт методология DevSecOps. Она объединяет процессы и процедуры, «охватывающие весь жизненный цикл разработки нового программного продукта» [8]. Угрозы безопасности учитываются здесь на каждом этапе, начиная с планирования, где проводится моделирование угроз и вырабатываются политики безопасности, и заканчивая эксплуатацией и мониторингом. Автоматизированные средства проверки – прежде всего статическое и динамическое тестирование – снижают зависимость результата от человеческого фактора и ускоряют реакцию на выявленные уязвимости [8].

Соединение процессной и защитной проблематики мы находим в исследованиях, где компоненты безопасности предлагается разрабатывать и оценивать по стоимости совместно с развитием самих бизнес-процессов. Необходимость такого совмещения, в частности, наглядно отмечается М. В. Фирсовым: «Очевидно, необходимо не просто учитывать аспекты информационной безопасности (ИБ) при совершенствовании бизнес-процессов, а рассматривать проблему комплексно, то есть разработать как концепцию, так и методику разработки, внедрения бизнес-процессов, их развития, оценки стоимости компонентов ИБ» [9].

Целесообразность встраивания защиты в жизненный цикл обоснована и экономически: сопоставление затрат и эффекта, включая показатель возврата инвестиций, показывает, что интеграция безопасной разработки оправдана лишь при достаточной зрелости процессов – не ниже уровня CMMI-3 и при автоматизации конвейера непрерывной интеграции и поставки (CI/CD); ниже этого порога встраивание защиты не окупается [10]. Вместе с тем в перечисленных работах связь между стадией жизненного цикла процесса и конкретным защитным механизмом остаётся преимущественно описательной: она формулируется на уровне общих установок, но не оформлена как воспроизводимая процедура, пригодная для непосредственного включения в модель процесса. Восполнение этого промежутка и составляет предмет дальнейшего изложения.

В нашем представлении защиту следует рассматривать как свойство, встраиваемое на каждой стадии существования процесса, а не добавляемое к нему извне. Прежде чем описывать методику, необходимо зафиксировать объект, в который встраивается защита. Под жизненным циклом автоматизированного бизнес-процесса далее понимается последовательность стадий, которые процесс проходит от формирования замысла до прекращения использования; каждой стадии присущи характерные действия с информацией и, как следствие, характерные уязвимые места. В предлагаемой нами методике выделяются пять стадий:

1. Моделирование – построение моделей процесса «как есть» и «как должно быть», определение состава обрабатываемой информации и участников.
2. Проектирование – выбор программно-технических средств исполнения, распределение ролей и прав доступа, формирование требований к процессу.
3. Внедрение – развёртывание процесса в информационной среде, конфигурирование и первичное исполнение.
4. Эксплуатация – регулярное исполнение процесса, его сопровождение, мониторинг и контроль отклонений.
5. Вывод из эксплуатации – прекращение процесса с последующим архивированием или уничтожением связанных данных.

Таблица 1
Стадии жизненного цикла автоматизированного бизнес-процесса и связанные с ними задачи защиты

Стадия	Ключевые действия с информацией	Типичные угрозы и задачи защиты
Моделирование	Выявление и классификация обрабатываемых данных, описание потоков	Некорректная классификация активов; идентификация активов и предварительная оценка угроз
Проектирование	Назначение ролей, выбор средств, определение мест хранения и передачи	Несанкционированный доступ; разграничение доступа, проектирование защищённых каналов, встраивание требований
Внедрение	Развёртывание, настройка, перенос данных	Нарушение целостности при миграции, ошибки конфигурирования; контроль конфигураций и проверка настроек
Эксплуатация	Регулярная обработка и передача данных, взаимодействие пользователей	Утечка, инсайдерские действия; мониторинг, обнаружение инцидентов, поддержание разграничения доступа
Вывод из эксплуатации	Архивирование, передача или уничтожение данных	Разглашение остаточных данных; гарантированное удаление, защита конфиденциальности архивов

Разграничение стадий существенно потому, что состав активов и угроз на них неодинаков, а значит, неодинаков и требуемый набор защитных мер. Сводное описание стадий с указанием ключевых действий над информацией и типичных задач защиты приведено в таблице 1.

Чтобы работа с защитой на каждой стадии не сводилась к разрозненным решениям, в основу методики положено несколько взаимоувязанных положений:

1. Ранняя привязка (каждый защитный механизм соотносится со стадией, на которой он вводится, а не добавляется к завершённому процессу).
2. Прослеживаемость (для любого механизма сохраняется цепочка обоснования «актив – угроза – механизм – стадия»).
3. Соразмерность (объём защиты соотносится с уровнем риска и допустимыми издержками, что исключает избыточное или недостаточное покрытие).
4. Встроенность в модель (защитные требования фиксируются средствами той же нотации, в которой описан процесс).
5. Измеримость (итог встраивания выражается через количественные показатели защищённости).

Общая логика методики представлена на рис. 1.

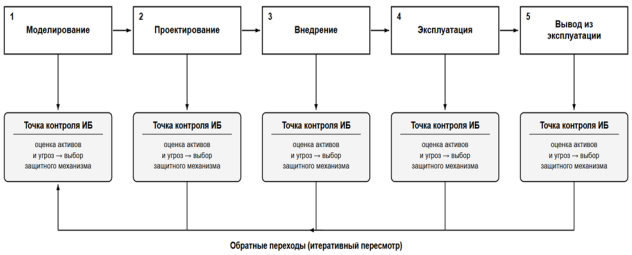


Рисунок 1 – Схема встраивания механизмов защиты информации в жизненный цикл автоматизированного бизнес-процесса

Стадии жизненного цикла размещены на горизонтальной оси; на каждой из них расположена точка контроля информационной безопасности – момент, в который выполняется оценка активов и угроз и принимается решение о вводе защитного механизма. Точки контроля связаны обратными переходами, поскольку при изменении процесса на поздней стадии может потребоваться пересмотр решений, принятых ранее. Благодаря такому построению методика приобретает итеративный характер, а защита остаётся согласованной с изменяющимся процессом.

Центральным элементом методики является предложенная нами матрица соответствия, в которой соотнесены четыре измерения:

1. Стадия жизненного цикла – в описанном выше смысле.
2. Информационный актив – защищаемый ресурс: данные, документ, программный модуль или канал передачи, обладающий ценностью для процесса.
3. Угроза – потенциальное нарушение одного из основных свойств информации: конфиденциальности (недоступности сведений посторонним), целостности (неизменности данных без санкции) или доступности (возможности своевременного использования).
4. Защитный механизм – организационное или программно-техническое средство, нейтрализующее угрозу либо снижающее её последствия.

Фрагмент заполнения матрицы соответствия, поясняющий связь стадий, активов, угроз и назначаемых механизмов, приведён в таблице 2. Например, для актива «персональные данные клиента» на стадии проектирования угрозе несанкционированного доступа сопоставляется механизм ролевого разграничения прав, а на стадии вывода из эксплуатации той же категории данных против угрозы разглашения – механизм гарантированного удаления.

Таблица 2
Фрагмент матрицы соответствия «стадия – актив – угроза – защитный механизм»

Актив	Угроза	Моделирование	Проектирование	Внедрение	Эксплуатация	Вывод из эксплуатации
Персональные данные клиента	Несанкционированный доступ	Классификация данных	Ролевое разграничение доступа	Проверка настроек доступа	Управление доступом (IAM/IDM)	Отзыв прав доступа
Персональные	Утечка / разглашение	Оценка конфиденциальности	Шифрование хранения	Защита при миграции	Контроль утечек (DLP)	Гарантированное удаление

данные клиента						
Транзакционные данные процесса	Нарушение целостности	–	Контроль целостности (хэш, ЭП)	Проверка целостности при переносе	Журналирование изменений	Целостное архивирование
Транзакционные данные процесса	Недоступность	–	Резервирование	Тест отказоустойчивости	Мониторинг доступности	Хранение архивной копии

Матрицей выше очерчено пространство допустимых решений, однако одной угрозе, как правило, соответствует несколько применимых механизмов, различающихся стоимостью и последствиями. Поэтому в методику включена процедура отбора, в основе которой – многокритериальная оценка. В качестве критериев приняты три величины: уровень риска, связанного с угрозой (произведение оценок вероятности реализации и возможного ущерба); стоимость встраивания механизма (совокупные затраты на приобретение, настройку и сопровождение); влияние механизма на производительность процесса (замедление исполнения или рост нагрузки, вносимые защитой). Содержание критериев и используемые шкалы сведены в таблицу 2=3.

Таблица 3
Критерии многокритериального выбора защитного механизма

Критерий	Содержание	Шкала оценки
Уровень риска	Произведение вероятности реализации угрозы и величины ущерба	Качественная (низкий/средний/высокий) с числовым эквивалентом
Стоимость встраивания	Затраты на внедрение, настройку и сопровождение механизма	Денежная либо балльная, приведённая к единой шкале
Влияние на производительность	Дополнительная задержка или нагрузка, вносимая механизмом	Относительная (доля прироста времени исполнения)

Отбор механизма для отдельной связки матрицы выполняется по единому алгоритму, представленному на рис. 2:

1. Для рассматриваемой стадии определить перечень активов.
2. Для каждого актива установить перечень актуальных угроз.
3. По матрице сопоставить угрозам множество допустимых защитных механизмов.
4. Оценить каждый механизм по трём критериям и привести оценки к сопоставимому виду.
5. Вычислить для каждого механизма интегральный показатель приоритетности как взвешенную свёртку нормированных критериев при заданных ограничениях по стоимости и производительности.
6. Выбрать механизм с наилучшим значением показателя и зафиксировать выбор в модели процесса.

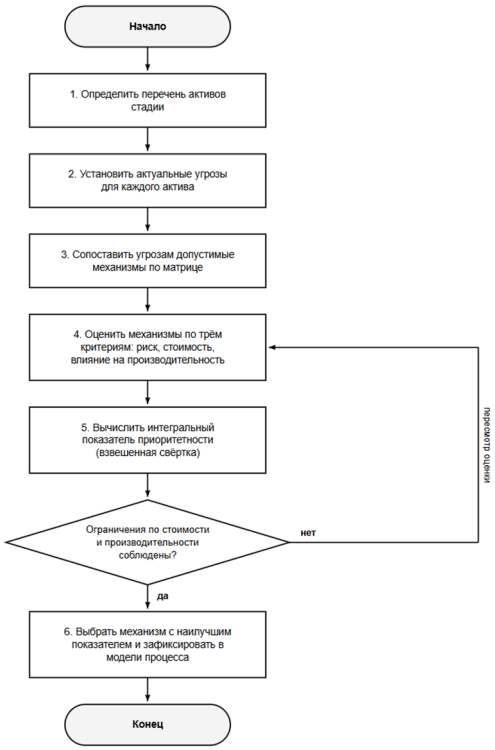


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритма отбора защитного механизма

Интегральный показатель приоритетности здесь есть свёртка – единая числовая величина, объединяющая разнородные критерии с весами, которые отражают их относительную значимость для организации; за счёт смещения весов отбор настраивается под приоритеты конкретного предприятия, например под преобладание требований конфиденциальности над требованиями быстродействия. Оценка уровня риска на четвёртом шаге соотнесена с известными подходами к оценке рисков информационной безопасности предприятия, использующими CASE-средства для формализации активов и угроз [11]; в предлагаемой методике результат такой оценки используется как входная величина для отбора механизмов, чем анализ рисков связывается с проектированием процесса в единую последовательность.

Итог встраивания требуется выразить количественно, иначе сравнение вариантов защиты и контроль полноты покрытия остаются субъективными. Для этого вводится набор показателей защищённости процесса, приведённый в таблице 4. Все показатели рассчитываются по заполненной матрице и результатам отбора, поэтому отдельный сбор данных не нужен. При этом показатель удельной стоимости защиты согласуется с приведённым выше порогом экономической оправданности: он позволяет отсечь варианты, в которых затраты на встраивание несоразмерны снижению риска. Остаточный риск здесь – та часть суммарного риска, которая сохраняется после применения выбранных мер; благодаря его явному учёту исключается иллюзия полной защищённости и обозначается граница разумной достаточности.

Таблица 4
Показатели защищённости бизнес-процесса

Показатель	Определение	Назначение
Покрытие стадий	Доля стадий жизненного цикла, на которых назначен хотя бы один механизм	Оценка полноты охвата процесса защитой
Нейтрализация угроз	Доля актуальных угроз, для которых выбран защитный механизм	Оценка результативности отбора
Удельная стоимость защиты	Отношение суммарных затрат на защиту к числу нейтрализованных угроз	Сопоставление вариантов по экономичности
Остаточный риск	Суммарный риск угроз, оставшихся без механизма или покрытых частично	Обоснование приемлемости достигнутого уровня

Практическая применимость методики определяется тем, как её результаты соединяются с моделью процесса. Назначенные механизмы фиксируются в виде аннотаций безопасности – дополнительных пометок в исходной нотации (BPMN или IDEF0), не изменяющих её основной семантики и привязанных к тем элементам модели, которых касается защита. Так, механизм управления доступом, реализуемый средствами класса IAM/IDM (управление идентификацией и правами пользователей), соотносится с теми задачами процесса, где происходит обращение к защищаемым ресурсам, и вводится преимущественно на стадиях проектирования и эксплуатации [12].

Переносимость предложенной методики обеспечивается тем, что ни один из её компонентов не привязан к конкретному языку моделирования. Стадии, матрица соответствия, критерии и показатели – все они описываются независимо от нотации и от инструментальной среды, в которой строится модель процесса; благодаря этому методика без содержательных изменений применяется к различным процессам и воспроизводится в разных организациях. Представляется также необходимым отметить, что защитные аннотации не выносятся за пределы модели – они остаются её органичной частью. Соответствие между отдельным механизмом защиты и конкретным шагом процесса сохраняется поэтому на всём протяжении сопровождения. Если процесс претерпевает изменения, повторной проработки требуют лишь те связки матрицы, которых эти изменения непосредственно коснулись; в свою очередь, остальная часть модели сохраняет актуальность.

Заключение

В заключении считаем необходимым отметить, что предложенное решение соотносится с общей тенденцией к смещению вопросов защиты на ранние этапы создания систем, выраженной в принципах «security by design», конструктивной информационной безопасности и практике DevSecOps. Остаётся надеяться, что дальнейшая проработка подобных подходов – в том числе их апробация на реальной практике – позволит перевести связь между стадией процесса и защитным механизмом из области общих установок в область воспроизводимых проектных процедур.

Литература

1. Табельдинов Н. И. Сравнительный анализ методов моделирования бизнес-процессов // Теория и практика современной науки. 2026. № 4 (130). С. 215–219.

2. Потрясаев С. А. Комплексное моделирование сложных процессов на основе нотации BPMN // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2016. Т. 59, № 11. С. 913–920.

3. Рысев М. А. Анализ моделей, методов и подходов к оценке и развитию автоматизации предприятий // Инновации и инвестиции. 2019. № 3. С. 43–46.

4. Родионов А. В., Белов М. А., Балашова М. В. Моделирование сложных организационных систем с применением новейших программно-инструментальных средств на примере хэндлинговой компании в открытой облачной среде на базе виртуальной компьютерной лаборатории // Системный анализ в науке и образовании. 2023. № 1. С. 18–40.

5. Прокушев Я. Е., Пономаренко С. В., Шишов Н. В. Моделирование процессов проектирования систем защиты информации в критических информационных инфраструктурах // Computational nanotechnology. 2022. Т. 9, № 2. С. 45–55.

6. Пакляченко М. Ю. Безопасность цифровых продуктов и услуг: принципы и элементы безопасного дизайна // Вестник Московского университета МВД России. 2023. № 1. С. 308–314.

7. Кулямин В. В., Петренко А. К., Рудина Е. А. Конструирование программных систем, нацеленное на обеспечение безопасности // Труды Института системного программирования РАН. 2024. Т. 36, № 5. С. 8–17.

8. Гульмамедов Н. В. Методика обеспечения информационной безопасности программного обеспечения на основе DevSecOps: интеграция автоматизированных инструментов в жизненный цикл разработки // Инженерный вестник Дона. 2026. № 3 (135).

9. Фирсов М. В. Концепция разработки компонентов безопасности на основе развития бизнес-процессов логистики компании // Научные проблемы водного транспорта. 2024. № 79. С. 164–175.

10. Сергеев С. Н., Федоров И. А., Шипицын М. Ю. и др. Критерии экономической целесообразности интеграции требований разработки безопасного программного обеспечения в жизненный цикл разработки // Вестник Российского университета кооперации. 2025. № 3 (61). С. 58–71.

11. Гаврилов А. В., Сизов В. А., Ярошенко Е. В. Методика оценки рисков информационной безопасности предприятия с использованием CASE-технологий // Открытое образование. 2021.

12. Петров М. А. Основные компоненты автоматизированной системы управления доступом к информационным ресурсам // Вестник науки. 2024. Т. 1, № 8 (77). С. 154–159.

A Methodology for Integrating Information Security Mechanisms into the Lifecycle of Automated Business Processes

Yakovleva M.R.
MIREA - Russian Technological University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the problem of integrating information security mechanisms into the lifecycle of automated business processes. It is shown that protective measures are often introduced after the process is designed and are poorly aligned with its logic. A methodology is proposed that links process lifecycle stages with protective mechanisms and ensures their informed selection. The methodology includes a "stage-asset-threat-mechanism" correspondence matrix, an algorithm for selecting protective measures based on risk level, cost, and impact on performance, as well as process security metrics. It is concluded that the methodology is applicable regardless of the modeling notation used.

Keywords: business process, lifecycle, information security, systems analysis, process modeling, correspondence matrix, multi-criteria selection, design-stage security.

References

1. Tabel'dinov N. I. Comparative Analysis of Business Process Modeling Methods // Theory and Practice of Modern Science. 2026. No. 4 (130). pp. 215–219.

2. Potryasaev S. A. Integrated Modeling of Complex Processes Based on BPMN Notation // Bulletin of Higher Educational Institutions. Instrument Engineering. 2016. Vol. 59, No. 11. pp. 913–920.

3. Rysev M. A. Analysis of Models, Methods, and Approaches to Assessing and Developing Enterprise Automation // Innovations and Investments. 2019. No. 3. pp. 43–46.

4. Rodionov A. V., Belov M. A., Balashova M. V. Modeling complex organizational systems using the latest software and tools using the example of a handling company in an open cloud environment based on a virtual computer lab // Systems analysis in science and education. 2023. No. 1. pp. 18–40.

5. Prokushev Ya. E., Ponomarenko S. V., Shishov N. V. Modeling the processes of designing information security systems in critical information infrastructures // Computational nanotechnology. 2022. Vol. 9, No. 2. pp. 45–55.

6. Paklyachenko M. Yu. Security of digital products and services: principles and elements of secure design // Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. 2023. No. 1. pp. 308–314.

7. Kulyamin V.V., Petrenko A.K., Rudina E.A. Design of Software Systems Aimed at Ensuring Security // Proceedings of the Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences. 2024. Vol. 36, No. 5, pp. 8–17.

8. Gulmamedov N.V. Methodology for Ensuring Software Information Security Based on DevSecOps: Integration of Automated Tools into the Development Life Cycle // Engineering Bulletin of the Don. 2026. No. 3 (135).

9. Firsov M.V. Concept of Developing Security Components Based on the Development of a Company's Logistics Business Processes // Scientific Problems of Water Transport. 2024. No. 79, pp. 164–175.

10. Sergeev S. N., Fedorov I. A., Shipitsyn M. Yu., et al. Criteria for the Economic Feasibility of Integrating Secure Software Development Requirements into the Development Life Cycle // Bulletin of the Russian University of Cooperation. 2025. No. 3 (61). Pp. 58–71.

11. Gavrilov A. V., Sizov V. A., Yaroshenko E. V. Methodology for Assessing Enterprise Information Security Risks Using CASE Technologies // Open Education. 2021.

12. Petrov M. A. Main Components of an Automated Access Management System to Information Resources // Science Herald. 2024. Vol. 1, No. 8 (77). Pp. 154–159.

Особенности выбора инфлюенсеров для ритейл-брендов в аспекте противопоставления макро и нано-экспертов

Азарова Анна Анатольевна
Директор по маркетингу, HypeAuditor, ict.anna@gmail.com,

Рыбальченко Елизавета Владимировна
бакалавр, Киевский Национальный Торгово-Экономический Университет, eliza.Rybalchenko@gmail.com

Статья посвящена особенностям выбора инфлюенсеров для ритейл-брендов в аспекте противопоставления макро и нано-экспертов. Анализируется функционал «макро-» и «нано-экспертов», оценивается их эффективность с точки зрения охвата, вовлеченности, доверия аудитории и показателей деятельности. Особое внимание уделяется специфике розничной торговли, ее сезонности, территориальной привязке и скорости оборота товаров. Делается вывод о необходимости гибридной стратегии, где макро-инфлюенсеры работают на узнаваемость бренда, а нано-эксперты обеспечивают его имидж и влияют на принятие решения о покупке у лояльной микро-аудитории. В условиях перенасыщенности рекламного поля традиционные инструменты продвижения в ритейле уступают место личным рекомендациям. Но для розничных сетей, представленных широким ассортиментом, выбор инфлюенсера связан с тем, что массовый блогер (макро) обеспечивает узнаваемость, но размывает экспертизу, тогда как узкий специалист (нано) гарантирует доверие, но ограничивает охват потребителей.

Ключевые слова: инфлюенс, ритейл-бренды, макро-инфлюенсеры, нано-инфлюенсеры, экспертный контент, потребительское поведение.

Введение

В условиях перенасыщенности рекламного рынка и падения доверия к прямой рекламе ритейл-бренды все чаще обращаются к инфлюенс-маркетингу как к инструменту построения коммуникации с потребителями. Но классическая цепочка взаимодействия «охват - вовлеченность» в последние годы трансформировалась в более сложную проблему, так как возникло противопоставление макро-экспертов (лидеров мнений с миллионной аудиторией) и нано-экспертов (узких специалистов с гиперлокальным влиянием).

Традиционный подход, предполагающий, что крупный блогер гарантирует крупные продажи, все чаще дает сбои в ритейле, где решающее значение имеют триггеры покупки в условиях реального времени. Между тем, работа с нано-инфлюенсерами требует принципиально иных KPI и ресурсов на масштабирование.

Обсуждение и результаты

Основой успеха бренда сегодня становится синтез многоканальных подходов, куда входят интеграция социальных сетей, мессенджеров, инфлюенс-маркетинга, пользовательского контента и иммерсивных технологий. Следует отметить, что в условиях современности наблюдается системный кризис классической рекламы, так как ролики на телевидении, баннеры и пресса перестают быть эффективными на фоне повсеместного использования цифрового маркетинга и роста недоверия аудитории по отношению к прямому продвижению.

Феномен инфлюенс-культуры находится на стыке социальной психологии, маркетинга и цифровых коммуникаций. Теоретической базой для анализа служит модель Г. Кельмана, описывающая три уровня социального влияния: комплаенс (формальное принятие), идентификацию (ориентация на группу) и интернализацию (глубинное усвоение ценностей) [10]. В приложении к деятельности блогеров эта схема демонстрирует эволюцию подписчика от поверхностного следования рекомендациям к отождествлению с продуктом и, в итоге, к полной интеграции бренда в личную систему ценностей, что превращает потребителя в лояльного амбассадора [2].

В научной литературе принято разделять инфлюенсеров по размеру аудитории. Макро-инфлюенсеры (от 100 тыс. подписчиков) рассматриваются как медийные лица, эффективность функционала которых заключается в способности создавать тренды и обеспечивать быстрый рост узнаваемости бренда. В ритейле они эффективны для сезонных распродаж. Нано-эксперты (от 1 до 10 тыс. подписчиков) характеризуются высоким уровнем вовлеченности. Их контент имеет более высокую конверсионную способность в категориях товаров узкоспециализированной направленности [9].

Рынок пересыщен рекламой звезд, аудитория все чаще игнорирует интеграции у макроблогеров, воспринимая их как очевидную оплаченную рекламу. Нано-инфлюенсеры воспринимаются как совет друга. Для ритейла, где критична конверсия в покупку, сейчас критично искать баланс не по цене, а по качеству контакта с аудиторией. Для ритейл-брендов важен не просто охват, а способность инфлюенсера аргументировать выбор продукта. Акцент смещается на микро- и нано-экспертов в узких нишах, так как их рекомендация выглядит более профессиональной, чем общий пост у звезды. В условиях оптимизации маркетинговых бюджетов ритейлеры переходят от имиджевых кампаний к измеримым. Нано-инфлюенсеры часто показывают лучший контент в промо-периоды за счет гиперлокального таргетинга и меньшей стоимости одного вовлечения [4].

Виды инфлюенсеров и их функционал представлены на рисунке 1.

Исследователи Э.Б. Авакова, П.И. Конечная указывают на то, что «меняются сами форматы взаимодействия и оформляются устойчивые тенденции, среди которых следующие:

− растет значимость нишевых и локальных инфлюенсеров (микро- и наноблогеров), чья аудитория демонстрирует более высокую вовлеченность;

− усиливается роль видеоконтента (короткие видео, прямые эфиры) и подкастов;

− бренды смещаются от краткосрочных коллабораций к долгосрочному партнерству с инфлюенсерами, что повышает воспринимаемую аутентичность коммуникаций;

− большее доверие вызывает искренность подачи (аудитория отвергает «рекламные штампы»), релевантность контента (связь с повседневными потребностями подписчиков), живой контакт с инфлюенсером (аудитория хочет говорить и быть услышанной)» [1].

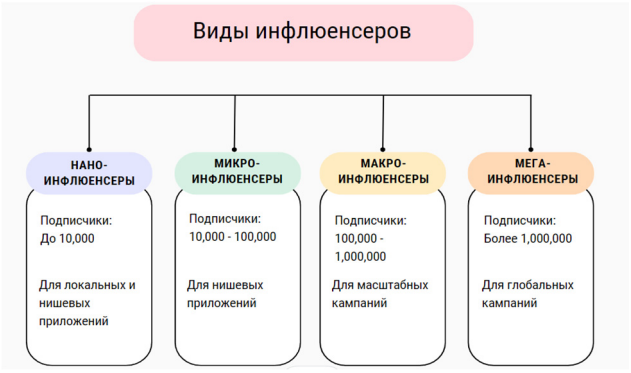


Рис.1. Виды инфлюенсеров

Основное противоречие в деятельности инфлюенсеров заключается в соотношении охвата аудитории потребителей и доверия к ним. Для ритейла, работающего с маржинальной прибылью, ошибка в выборе может привести к кассовым разрывам в случае неэффективного макро-размещения или к отсутствию масштабирования.

Ритейл-бренды принципиально отличаются от D2C-проектов широтой ассортимента и сложностью поиска одного эксперта под все категории, территориальной привязкой. Важное значение имеет правильный выбор типа инфлюенсеров под конкретные задачи: макро-подход эффективен для охвата аудитории в городах-миллионниках, тогда как нано-инфлюенсеры незаменимы для точечной работы с локальными районами [5]. Стратегия различается и по категориям товаров, так как FMCG-сектор требует постоянной макро-поддержки для поддержания частоты напоминаний, а товары длительного пользования нуждаются в детальных экспертных обзорах от нано-специалистов [7].

При этом жесткое разделение этих инструментов в ритейле условно. На этапе запуска нового продукта приоритет отдается нано-экспертам для формирования ядра лояльной аудитории, а при масштабировании — макро-лидерам для расширения охвата. Но смена порядка, когда сначала происходит массовый охват, затем локальное влияние, часто приводит к негативным последствиям, так как широкая аудитория не готова конвертироваться без предварительно выстроенной базы доверия.

Особенности выбора инфлюенсеров для ритейл-брендов в аспекте противопоставления макро и нано-экспертов представим в таблице.

Таблица 1
Сравнительная характеристика выбора инфлюенсеров для ритейл-брендов в аспекте противопоставления макро и нано-экспертов

Критерий сравнения	Макро-инфлюенсеры	Нано-инфлюенсеры
Охват и узнаваемость	Мгновенный массовый охват. Подходят для запуска новых коллекций или масштабных рекламных кампаний.	Ограниченный, но крайне таргетированный охват. Эффективны для локального продвижения (например, открытие магазина в конкретном районе).
Доверие и вовлеченность	Уровень вовлеченности обычно ниже (1-3%). Аудитория воспринимает контент как коммерческий, доверие ниже, чем к "друзьям" или знакомым.	Высокая вовлеченность (часто выше 5-8%). Воспринимаются как "свой", мнение субъективно и честно. Идеальны для создания сарафанного радио.
Стоимость и бюджет	Высокий бюджет. Помимо фиксированной оплаты, часто требуют команду для съёмок и согласования креативов.	Бюджет минимален. Часто достаточно бартера (подарки, сертификаты) или небольшой оплаты. Экономия бюджета позволяет запустить несколько таких кампаний параллельно.
Качество и контроль контента	Профессиональный контент, строго соответствующий брифу. Работают по утвержденному ТЗ, бренд контролирует тайминг и визуал.	Контент выглядит спонтанно и "живо", что хорошо для сторис, но хуже поддается контролю. Риск выхода постов вне утвержденного графика.
Риски репутации	Риск высокий: скандал макро-инфлюенсера сильно ударит по бренду. Репутация уже сформирована, и она не всегда идеальна.	Риск низкий, так как масштаб влияния мал. Если нано-инфлюенсер ошибается, это редко привлекает внимание широкой публики.
Целевое действие	Сложно отследить прямую связь "пост - покупка". Чаще работают на имидж.	Легко отследить прямые продажи через промокоды и UTM-метки. Конверсия в покупку часто выше, так как рекомендация звучит для узкой целевой аудитории.

Источник: составлено авторами

Ритейл-брендам при выборе между макро- и нано-инфлюенсерами следует опираться на алгоритм, связывающий тип товара с задачами коммуникации. Для привлечения трафика и поддержки промо-акций эффективнее работать с макроблогерами, используя измеримые KPI по охвату. В премиальном сегменте и для увеличения среднего чека рациональнее заключать долгосрочные контракты с нано-экспертами как амбассадорами категории. Наиболее перспективна гибридная модель, в основе которой «нано-ядро» формирует устойчивую репутацию продукта, а «макро-усиление» масштабирует это мнение на массовую аудиторию, объединяя широту охвата и высокий уровень доверия [3].

В условиях ужесточения рыночной конкуренции инфлюенс-маркетинг становится ключевым каналом коммуникации. Его ценность заключается в формировании доверия и эмоциональной связи с потребителями [5]. Но эффективность кампаний напрямую зависит от качества отбора блогеров, так как без глубокого анализа аудитории исполнителя растут риски низкой конверсии и недобросовестности. Минимизировать эти угрозы можно через жесткий скоринг кандидатов, грамотное юридическое сопровождение и регулярный мониторинг пост-релизов. Устойчивый тренд на рост инвестиций в этот сегмент, развитие digital-площадок и смена потребительских паттернов делают комплексную оценку сильных сторон и уязвимостей инфлюенс-маркетинга обязательной задачей как для профессионалов отрасли, так и для самой аудитории [6].

Выводы

Нано-инфлюенсеры обеспечивают непропорционально высокую отдачу от инвестиций сравнению с макро-инфлюенсерами. Противостояние макро и нано-инфлюенсеров основано на различных факторах воздействия на потребителя.

Преимущества нано-инфлюенсеры в доверии потребителя и аутентичности. Благодаря тесной связи с небольшой аудиторией, они используют более личный язык общения, что вызывает большее доверие, а их рекомендации воспринимаются как советы друзей, что напрямую влияет на решение о покупке. Нано-инфлюенсеры генерируют в два раза больше вовлечений, которые перерастают в продажи. Основная ценность макро-инфлюенсеров — широкий охват. Они эффективны для повышения узнаваемости бренда и привлечения внимания к новым продуктам, но их влияние на непосредственную конверсию ниже из-за менее персонализированного и более коммерциализированного контента [8].

Нано-инфлюенсеры становятся стратегическим активом для ритейла, ориентированного на продажи. Их способность выстраивать доверительные отношения и обеспечивать высокую конверсию при низкой стоимости делает их более эффективным инструментом, чем макро-инфлюенсеры, которые все больше воспринимаются как дорогостоящий канал для охвата, а не для получения измеримой прибыли.

Литература

1. Авакова Э.Б., Конечная П.И. Роль инфлюенсеров в формировании и укреплении доверия к бренду // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. 2026 №1(21). С.45 – 51.
2. Акчурина Д.Р. Роль инфлюенс-маркетинга в стратегии продвижения It-компаний // Russian Economic Bulletin. 2024. Том 7. № 5. С. 133 – 137.
3. Верещагина Е.Ю., Ковпинец М.А., Корепанова Е.Г. Инфлюенс-маркетинг // Донецкие чтения 2023: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы VIII Международной научной конференции, Донецк, 25-27 октября 2023 года. Донецк: Донецкий государственный университет, 2023. С. 227 – 229.
4. Голдыбаев Д.И. Эволюция цифрового маркетинга и его роли в управлении бизнесом // Практический маркетинг. 2023. №4. С. 36 – 41.
5. Зеленцов М.В. К вопросу о трансформации классической модели медиаэкономики в контексте цифровизации и деглобализации // Вопросы журналистики. 2025. № 17. С. 19–31.
6. Лунева Е.А. Цифровой маркетинг: учебное пособие. М.: Прометей, 2021.164 с.
7. Майорова К.А. Применение аналитических данных социальных медиа для эффективного выбора инфлюенсеров в косметической компании // Научные труды московского гуманитарного университета. 2024. № 6. С.34 – 37.
8. Молдавская В.Г. Точка роста. Как создавать бизнес, который вызывает улыбки. М.: Бомбора, 2024. 320 с.
9. Парфун А.В. Виртуальный инфлюенсер как новый медиаактив: анализ бизнес-модели и стратегии продвижения (на примере кейса «Мира» для ритейл-сети «Магнит») // Коммуникативные исследования. 2024. Т. 12. № 4. С. 897–910.

10. Sands S., Campbell C., Plangger K., Ferraro C. Unreal influence: leveraging AI in in fluencer marketing // European Journal of Marketing. 2022. Vol. 56. Iss. 6. P. 1721–1747.

Specifications of selecting influencers for retail brands in the contrast of macro and nano experts

Azarova A.A., Rybalchenko E.V.
Marketing Director, Kyiv National University of Trade and Economics

This article examines the specifics of selecting influencers for retail brands in the context of contrasting macro and nano experts. The functionality of "macro" and "nano" experts is analyzed, assessing their effectiveness in terms of reach, engagement, audience trust, and performance indicators. Particular attention is paid to the specifics of retail, including its seasonality, geographic location, and product turnover. A conclusion is drawn regarding the need for a hybrid strategy, where macro influencers build brand awareness, while nano experts maintain its image and influence the purchase decisions of a loyal micro audience. In an oversaturated advertising landscape, traditional retail promotion tools are giving way to personal recommendations. However, for retail chains with a wide product range, choosing an influencer is driven by the fact that a mainstream blogger (macro) ensures recognition but dilutes expertise, while a niche specialist (nano) guarantees trust but limits consumer reach.

Keywords: influencer, retail brands, macro-influencers, nano-influencers, expert content, consumer behavior.

References

1. Avakova E.B., Konechnaya P.I. The Role of Influencers in Forming and Strengthening Brand Trust // Telescope: Journal of Sociological and Marketing Research. 2026, No. 1 (21). pp. 45–51.
2. Akchurina D.R. The Role of Influencer Marketing in the Promotion Strategy of IT Companies // Russian Economic Bulletin. 2024, Vol. 7, No. 5. pp. 133–137.
3. Vereshchagina E.Yu., Kovpinets M.A., Korepanova E.G. Influencer Marketing // Donetsk Readings 2023: Education, Science, Innovation, Culture, and Modern Challenges: Proceedings of the VIII International Scientific Conference, Donetsk, October 25–27, 2023. Donetsk: Donetsk State University, 2023. pp. 227–229.
4. Goldybaev, D.I. “The Evolution of Digital Marketing and Its Role in Business Management.” Practical Marketing, 2023, no. 4, pp. 36–41.
5. Zelentsov, M.V. “On the Transformation of the Classical Model of the Media Economy in the Context of Digitalization and Deglobalization.” Journalism Issues, 2025, no. 17, pp. 19–31.
6. Luneva, E.A. “Digital Marketing: A Tutorial.” Moscow: Prometey, 2021. 164 p.
7. Mayorova, K.A. “Using Social Media Analytics to Effectively Select Influencers in a Cosmetics Company.” Scientific Works of the Moscow Humanitarian University. 2024. No. 6. Pp. 34–37.
8. Moldavskaya V.G. Growth Point. How to Create a Business That Makes People Smile. Moscow: Bombora, 2024. 320 p.
9. Parfun A.V. Virtual Influencer as a New Media Asset: Analysis of a Business Model and Promotion Strategy (Based on the Case of "Mira" for the Magnit Retail Chain) // Communication Research. 2024. Vol. 12. No. 4. Pp. 897–910.
10. Sands S., Campbell C., Plangger K., Ferraro C. Unreal influence: leveraging AI in in fluencer marketing // European Journal of Marketing. 2022. Vol. 56. Iss. 6. P. 1721–1747.

Комбинаторный подход к проектированию систем управления организацией в эпоху цифровой экономики

Гавриш Андрей Юрьевич
аспирант, экономический факультет, Российский государственный гуманитарный университет

В статье обосновывается необходимость перехода к комбинаторной модели управления организациями, которая является закономерным этапом развития научно-организационного проектирования, обусловленным возрастающей сложностью организационных систем, многовариантностью управленческих решений и необходимостью гибкой адаптации к динамичной внешней среде. Предложена комбинаторная модель управления, включающая последовательные взаимосвязанные этапы (анализ, синтез, конкретизация, регулирование и оценивание), объединенные в единый замкнутый контур с обратной связью, обеспечивающей системный переход от традиционных методов организационного проектирования к многовариантным комбинаторным решениям в условиях цифровой трансформации экономики. Показано, что методология НОП выступает концептуальной основой для реализации каждого из этапов модели, обеспечивая научную обоснованность принимаемых решений, а комбинаторный подход расширяет инструментарий НОП за счет принципов многовариантности применения типов управления и адаптивной настройки организационных структур организаций, в том числе строительной отрасли.

Ключевые слова: научно-организационное проектирование, комбинаторный подход, строительная отрасль, модель управления, система управления организацией, цифровая трансформация.

Введение

Научно-организационное проектирование в строительной отрасли характеризуется высокой степенью сложности и многофакторностью структуры. С позиций системного анализа строительная индустрия объединяет в себе множество взаимосвязанных процессов, в том числе технические, социальные, экономические, организационные и иные подсистемы и процессы. Эффективность строительного бизнеса напрямую зависит от планирования и организации работ, влияющих на стоимость, сроки и качество объектов [11]. При этом классические методы проектирования, опирающиеся на типовые решения, часто оказываются неэффективными, так как ограничивают гибкость системы и не обеспечивают оптимальные варианты реализации проектов из множества существующих в настоящее время альтернатив.

В условиях глобальной цифровизации и перехода к децентрализованным моделям управления, эпоху перехода к моделям устойчивости [2, 12], возрастает потребность в глубоком научном обосновании управленческих решений, тщательном изучении организационных форм и экономических методов управления, поэтому научно-организационное проектирование сегодня трансформируется из инструмента планирования в элемент активного регулирования и стимулирования производственных процессов.

В литературных источниках отмечается, что при создании управленческой оргструктуры необходимо опираться не только на опыт, аналогию, интуицию или формальные методы, а, в первую очередь, на научные методы организационного проектирования, то есть необходим синтез строгих научных инструментов и концепций с экспертно-аналитическим сопровождением, что позволит адекватно учитывать многогранность и особенности процессов в строительных организациях [7].

Традиционно научно-организационное проектирование как область науки об управлении было нацелено на разработку и использование жестких иерархических структур и регламентов, нацеленных на обеспечение и реализацию достижение стратегических целей организации в заданных институциональных и имеющихся ресурсных условиях. Представители классической школы от Файоля и Вебера до Минцберга и Бернса предлагали рассматривать НОП как единоразовый процесс, в результате которого формировались и утверждались организационная структура, штатное расписание и нормативная база [3, 9]. Однако, такой подход может быть эффективным, в основном, в условиях стабильности и предсказуемости внешней среды. Современная цифровая экономика и реалии, связанные с этой трансформацией, делают такой подход неактуальным, в том числе для строительной сферы, которая в настоящее время характеризуется высокой турбулентностью, проектным характером деятельности и необходимостью ускоренной адаптации к изменениям [8, 13]. В этой связи назревает необходимость смены парадигмы: переход от статичных организационных схем к динамическим, способным к самонастройке. Целесообразным представляется создание модели комбинаторного управления, выступающей инструментальным ответом адаптации НОП к требованиям цифровой экономики (рисунок 1).

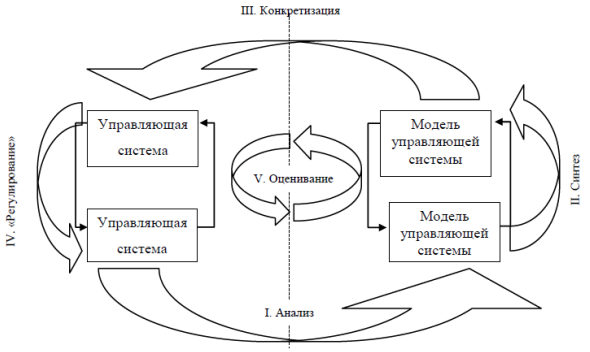


Рисунок 1 – Современная модель управления строительной организацией

Представленная модель иллюстрирует влияние комбинаторного управления на развитие бизнес-процессов, при этом цифровая трансформация позволяет не просто дополнить, но и существенно усложнить и расширить классический алгоритм управления предприятием [5, 6, 10].

Трансформация управленческих систем под воздействием автоматизации, информатизации и цифровизации стала объектом комплексного научного анализа [1, 4, 14]. Взаимосвязь комбинаторной модели с теорией НОП проявляется в переосмыслении классического алгоритма проектирования (анализ – синтез – внедрение – регулирование – оценка). В отличие от традиционного подхода, ориентированного на выбор единственного оптимального решения, вариативная модель базируется на принципе модульной сборки, на каждом этапе проектирования вместо статичной структуры формируется набор допустимых конфигураций. На рисунке 2 предлагается модель комбинаторного управления, обеспечивающая настройку НОП организации к условиям цифровой трансформации.

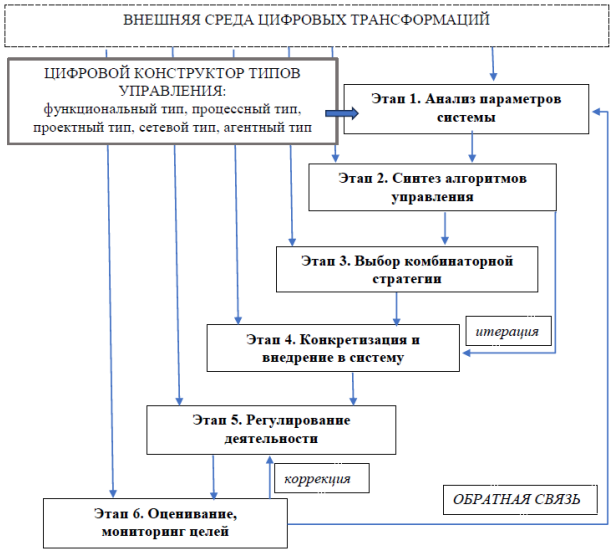


Рисунок 2– Модель комбинаторной системы управления организацией

Предлагаемая модель комбинаторной системы управления компанией представляет собой замкнутый алгоритм, в котором комбинаторность типов управления является не статическим признаком, а динамическим механизмом адаптации под условия внешней и внутренней среды строительной организации. В отличие от линейных моделей, в которых тип управления определен и регламентирован, в данной модели на каждом из пяти последовательных этапов реализуется процедура комбинаторной селекции, расширяющая вариативность принимаемых управленческих решений.

Цифровой конструктор представляет собой центральный аналитико-синтезирующий модуль предложенной модели системы управления, выполняющий функции выбора, компоновки и скрещивания различных типов управления в зависимости от текущих параметров внешней и внутренней среды строительного предприятия. Он объединяет пять типов управления, которые рассматриваются не как альтернативные виды, а как модули конструктора, допускающие конфигурации и сочетания нескольких типов одновременно. Он также является инструментом практической реализации принципов НОП, трансформируя их в алгоритмические управленческие решения. Интегрируя данные цифрового двойника, система в режиме реального времени анализирует текущую ситуацию и формирует оптимальные стратегии управления для каждого этапа жизненного цикла объекта, что приобретает особую актуальность для строительной индустрии, в которой смена технологических стадий требует постоянной адаптации управленческой структуры.

Структурно модель включает различные этапы, первым из которых является анализ, на котором происходит диагностика параметров и проводится комплексный мониторинг управляемой системы по трем основным группам параметров, в том числе технологическим, организационным и цифровым. На этапе алгоритмизации разрабатываются порядок функционирования системы управления, который носят гибридный характер. Комбинаторность расширяет возможности алгоритма за счет межмодульного взаимодействия интерфейсов. Например, если объект входит в активную фазу строительства, акцент смещается с функционально-бюрократических процедур к проектным предложениям. Модель предлагает не единую универсальную инструкцию, а дерево сценариев за счет возможностей комбинации блоков.

На этапе конкретизации результаты синтеза реализуются в существующей управляющей системе через цифровую информационную среду. Комбинаторность в данном случае выражается в персонализации управленческих интерфейсов для каждой группы участников процесса (субподрядчиков, проектировщиков, заказчика и др.), для них конкретизируются зоны ответственности, закрепляются полномочия и формы отчетности. В отличие от жестких иерархий, конкретизация допускает перераспределение ответственности между функциональными и проектными звеньями в зависимости от кадрового состава.

На следующем этапе регулирования осуществляется непрерывное воздействие на реальную деятельность строительного производства. Комбинаторность выступает как инструмент быстрой компенсации при отклонении фактических параметров, в том числе сроков, стоимости, качественных характеристик, от плановых. Модель регулирования не просто усиливает один рычаг управления, а позволяет осуществлять пересборку типов управления. Так, например, при срыве поставок временно усиливается сетевое взаимодействие или горизонтальные связи в угоду вертикальным управленческим техникам, характерным для командного типа управления. Это позволяет сохранить управляемость системы в условиях турбулентности.

Завершающий этап оценки замыкает контур обратной связи, так как на основании данных, полученных в ходе мониторинга изменений идентифицируется текущая эффективность примененной комбинации. Так, в комбинаторной модели оценка выполняет функцию рефлексивной обратной связи и осуществляется не только по целевым ключевым показателям эффективности объекта, но и по соответствию выбранной комбинации типов управления фактическим требованиям и состоянию внешней среды. При выявлении несоответствий и расхождений между ожидаемым и наблюдаемым состоянием система генерирует сигнал на пересмотр комбинации на первом этапе, инициируя пересмотр конфигурации на новом цикле анализа.

Заключение

В ходе исследования была разработана и теоретически обоснована комбинаторная модель управления организацией, объединяющая этапы анализа, синтеза, конкретизации, регулирования и оценивания в целостный замкнутый цикл. Концептуальная новизна модели заключается в использовании принципа комбинаторности, который позволяет обеспечить комплексный охват управленческих процессов, сочетать вариативность проектных решений и высокую адаптивность организации к динамике внешней среды.

Практическая значимость работы заключается в возможности эффективного применения данной модели в строительной отрасли, в которой высокая степень неопределенности, ресурсная многозадачность и жесткие лимиты времени делает целесообразным внедрение гибких и научно выверенных методов организационного проектирования.

Таким образом, предложенная модель не заменяет классическое научно-организационное проектирование, а последовательно дополняет его концепциями цифровой адаптивности, переводя из статической плоскости в динамическую систему управления современным организациями. Представленная модель управления организацией нового типа обладает существенным теоретическим и практическим потенциалом. Ее внедрение в практику управления строительными организациями позволит повысить обоснованность и гибкость управленческих решений, обеспечить системный подход к организационному проектированию и создать условия для устойчивого развития организации в условиях цифровой трансформации отрасли.

Литература

1. Базаров Т. Ю., Лобанова Т. Н. Изменение организационной среды в ходе цифровой трансформации общества: тенденции, иллюзии и парадоксы // *Социальная психология и общество. 2025. № 16* (3). С. 5-28.

2. Бобров Д. В. Совершенствование системы управления образовательным учреждением // Экономика и предпринимательство. 2022. № 9(146). С. 1229-1233. DOI 10.34925/EIP.2022.146.9.244.

3. Герасимов Б. Н. Методологические инструменты процессного управления в экономических системах типа «организация» // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2022. №. 6-3. С. 137-144.

4. Грузина Ю. М. Эволюция управленческих парадигм в условиях цифровой трансформации организаций // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://esj.today/PDF/97FAVN225.pdf. (дата обращения 15.07.2026).

5. Данелян Т. Я., Спирьянов О. А. Экономические информационные системы промышленных предприятий // Инновации и инвестиции. 2022. №. 1. С. 42-46.

6. Дороговцева А. А., Овчаренко Н. К. Искусственный интеллект в системе управления предприятием: эволюция, инновации и перспективы // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. №. 11. С. 6259-6272.

7. Ефимочкина Н. Б., Мясникова О. Ю. Концептуализация синергии в системе управления современными организациями // Наука и искусство управления / Вестник Института экономики, управления и права Российского государственного гуманитарного университета. 2022. № 3. С. 80-96.

8. Козлова А. Ю. Подходы к проектированию организационных структур в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2023. № 3 (99). С. 48–53.

9. Минцберг Г. Менеджмент: природа и структура организаций / Г. Минцберг. пер. с англ. Е. Д. Ряхиной. Москва: Эксмо. 2018. 512 с.

10. Остроух А. В. Интеллектуальные системы: монография / А. В. Остроух. – Красноярск: Научно-инновационный центр. 2020. 316 с.

11. Сопилко Н. Ю., Гавриш А. Ю. Развитие систем управления предприятиями строительной отрасли в условиях цифровизации // Экономика строительства. 2025. № 9. С. 180-183.

12. Сопилко Н. Ю., Орлова А. Ф., Лисицкая С. М. Теоретические основы экономики устойчивого развития. – Москва : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2017. 165 с.

13. Сулумов С. Х. Организационное проектирование и цифровизация управления промышленными предприятиями // Экономика и управление: проблемы, решения. 2026. Т. 15, № 2(167). С. 39-46. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2026.02.15.005.

14. Ken Schwaber's Blog: Telling It Like It Is [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://kenschwaber.wordpress.com/. (дата обращения 19.07.2026).

A combinatorial approach to designing of management systems for the organization in the age of digital economy

Gavrish A.Yu.
Russian State University for the Humanities

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The paper discusses the need for a transition to a combinatorial model of organizational management, which is a logical stage in the development of scientific and organizational design, driven by the increasing complexity of organizational systems, the multivariate nature of management decisions, and the need for flexible adaptation to a dynamic external environment. A combinatorial management model is offered, comprising sequential, interconnected stages (analysis, synthesis, specification, regulation, and evaluation) integrated into single closed-loop feedback that facilitates a systematic transition from traditional organizational design methods to multivariate combinatorial solutions in the context of the digital transformation of the economy. It is shown that the S&O methodology serves as the conceptual basis for implementing each stage of the model, ensuring the scientific validity of decisions made, while the combinatorial approach expands the S&O toolkit through the principles of multivariate application of management types and adaptive adjustment of organizational structures, including in the construction industry.

Keywords: scientific and organizational design, combinatorial approach, construction industry, management model, organization management system, digital transformation.

References

1. Bazarov T. Yu., Lobanova T. N. Changing the organizational environment during the digital transformation of society: trends, illusions, and paradoxes // Social Psychology and Society. 2025. No. 16 (3). pp. 5-28.
2. Bobrov D. V. Improving the management system of an educational institution // Economy and Entrepreneurship. 2022. No. 9 (146). pp. 1229-1233. DOI 10.34925/EIP.2022.146.9.244.
3. Gerasimov B. N. Methodological tools for process management in economic systems of the "organization" type // International Journal of Humanitarian and Natural Sciences. 2022. No. 6-3. pp. 137-144.
4. Gruzina Yu. M. Evolution of management paradigms in the context of digital transformation of organizations // Bulletin of Eurasian Science. 2025. Vol. 17. No. 2 [Electronic resource]. - Access mode: https://esj.today/PDF/97FAVN225.pdf. (Accessed 15.07.2026).
5. Danelyan T. Ya., Spiryanov O. A. Economic information systems of industrial enterprises // Innovations and Investments. 2022. No. 1. pp. 42-46.
6. Dorogovtseva A. A., Ovcharenko N. K. Artificial Intelligence in the Enterprise Management System: Evolution, Innovation, and Prospects // Economy, Entrepreneurship, and Law. 2024. Vol. 14. No. 11. pp. 6259-6272.
7. Efimochkina N. B., Myasnikova O. Yu. Conceptualization of Synergy in the Management System of Modern Organizations // Science and Art of Management / Bulletin of the Institute of Economics, Management, and Law of the Russian State Humanitarian University. 2022. No. 3. pp. 80-96.
8. Kozlova A. Yu. Approaches to Designing Organizational Structures in Construction // Engineering Bulletin of the Don. 2023. No. 3 (99). Pp. 48–53.
9. Mintzberg G. Management: The Nature and Structure of Organizations / G. Mintzberg. Translated from English by E. D. Ryakhina. Moscow: Eksmo, 2018. 512 p.
10. Ostroukh A. V. Intelligent Systems: A Monograph / A. V. Ostroukh. Krasnoyarsk: Research and Innovation Center, 2020. 316 p.
11. Sopilko N. Yu., Gavrish A. Yu. Development of management systems for enterprises in the construction industry in the context of digitalization // Construction Economics. 2025. No. 9. pp. 180-183.
12. Sopilko N. Yu., Orlova A. F., Lisitskaya S. M. Theoretical Foundations of the Economics of Sustainable Development. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 2017. 165 p.
13. Sulumov S. Kh. Organizational Design and Digitalization of Industrial Enterprise Management // Economics and Management: Problems, Solutions. 2026. Vol. 15, No. 2(167). pp. 39-46. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2026.02.15.005.
14. Ken Schwaber's Blog: Telling It Like It Is [Electronic resource]. Available at: https://kenschwaber.wordpress.com/. (Accessed July 19, 2026).

Стратегическое управление на предприятиях медиасферы: ключевые элементы системы

Сулимова Елена Александровна
к.э.н., доц., зам.ген. директора по инновационному развитию, ООО "Кнорус Медиа"

Стратегическое управление медиапредприятием рассматривается как согласование бизнес-модели, производственных процессов, ресурсов и цифровой инфраструктуры с параметрами рынка и поведения аудитории, актуальность такого рассмотрения связана с переходом медиабизнеса к платформенной дистрибуции, комбинированной монетизации и использованию данных и искусственного интеллекта. Цель исследования состоит в систематизации элементов стратегического управления и установлении связей между ними. Материал образуют российские публикации 2021–2025 гг. по экономике медиабизнеса, медиахолдингам, производственному менеджменту, корпоративной культуре, цифровым экосистемам, финансовой транспарентности и технологическим изменениям, их положения сопоставлены, классифицированы и сведены посредством логико-аналитического анализа, обобщения и синтеза. Научная новизна состоит в объединении рассмотренных элементов в рыночно-стратегический, организационно-ресурсный и цифровой-аналитический контуры, между которыми распределены целеполагание, бизнес-модель, медиапроизводство, персонал, технологии, работа с аудиторией и контроль. Структура пригодна для диагностики несогласованности стратегических решений и ресурсов их реализации.

Ключевые слова: стратегическое управление, медиапредприятие, медиабизнес, бизнес-модель, медиаменеджмент, цифровая экосистема, медиапроизводство, монетизация контента, медиахолдинг, искусственный интеллект.

Введение

Медиапредприятие производит контент, распределяет его между каналами, работает с аудиторией и рекламодателями, финансирует выпуск и поддерживает технологическую инфраструктуру, цифровизация связала эти операции плотнее, чем в модели с одним основным каналом распространения, поскольку платформы стали самостоятельными участниками рынка, монетизация комбинируется, а данные об аудитории и алгоритмические инструменты включаются в производство и продвижение. Стратегическое решение из-за этой связанности почти всегда затрагивает несколько функциональных областей, и управление финансами, редакционным производством, персоналом либо цифровыми каналами по отдельности не задает общего направления развития.

Организационные границы медиабизнеса также изменились, рядом с редакциями и вещательными организациями работают медиахолдинги, онлайн-видеосервисы, платформенные компании и цифровые экосистемы, в которых создание ценности распределено между редакционными подразделениями, техническими системами, правообладателями, рекламными инструментами и пользовательскими интерфейсами. Стратегическое управление при такой конфигурации относится уже к согласованию бизнес-модели, ресурсов, процессов и каналов взаимодействия с рынком.

Цель исследования состоит в систематизации ключевых элементов стратегического управления предприятиями медиасферы и установлении связей, поддерживающих их работу как единой системы. Для ее достижения решаются три задачи, определить содержание стратегического управления с учетом экономической, организационной и технологической специфики медиапредприятия, классифицировать его ключевые элементы и раскрыть механизм их взаимодействия, установить место аналитического контроля и адаптации стратегии при изменении медиарынка, технологий и моделей потребления контента.

Научная новизна связана с объединением раздельно рассматриваемых в литературе экономических, производственных, кадровых и технологических компонентов медиаменеджмента в трехконтурную конструкцию, рыночно-стратегический контур включает анализ среды, целеполагание, бизнес-модель, позиционирование и взаимодействие с аудиторией, организационно-ресурсный охватывает производство, финансирование, ответственность и человеческие ресурсы, цифровой-аналитический соединяет инфраструктуру, данные, инструменты искусственного интеллекта, показатели и обратную связь с последующими управленческими решениями.

Материалы и методы

Материал составили публикации, в которых управление медиапредприятиями раскрывается через разные уровни отраслевой и внутрифирменной организации. С.А. Вартанов, Ю.С. Нефедова и С.И. Нефедов [1] разработали интегральный инструментарий количественной оценки медиакоммуникационной индустрии на основе социально-экономических показателей, С.А. Вартанов и А.Ю. Тышецкая [2] разграничили экосистемную и медийную модели использования искусственного интеллекта, П.В. Васильев [3] рассмотрел корпоративную культуру, командное взаимодействие и мотивацию работников, а в работе [4] систематизировал производственные и финансово-экономические задачи медиаменеджмента. Направления применения искусственного интеллекта в российских медиа и журналистике выявлены С.Г. Давыдовым, А.В. Замковым, М.А. Крашенинниковой и М.М. Лукиной [5], ограничения финансовой транспарентности медиабизнеса исследованы С.С. Смирновым [6], в его работе о медиахолдингах [7] раскрыты концентрация медиактивов и особенности организационных структур крупных объединений. О.В. Тихонова и И.Ю. Подзолкова [8] рассмотрели цифровую модернизацию регионального телевидения, кроссплатформенную дистрибуцию и связанные с ними организационные изменения, А.Ю. Тышецкая [9] проследила преобразование медиаплатформы в цифровую медиаэкосистему через интеграцию сервисов и расширение рыночного присутствия, Т.В. Эль-Бакри [10] исследовала развитие бизнес-моделей российских видеосервисов, изменение монетизации, собственное производство контента, экосистемные решения и кооперацию участников рынка.

Положения публикаций анализировались и сопоставлялись по объекту управления, способу формирования дохода, организации производства, ресурсному и технологическому обеспечению, затем элементы классифицировались по функциям, связи между ними проверялись логико-аналитически, а обобщение и синтез использовались для сведения результатов в единую конструкцию стратегического управления.

Результаты

Стратегическое управление медиапредприятием охватывает способ создания и присвоения экономической ценности, конфигурацию производства, распределение ресурсов и направление технологического развития, поэтому объектом управления становится совокупность процессов, через которые контент создается, доставляется аудитории и связывается с экономическим результатом. Состояние предприятия при этом нельзя описать одной финансовой или аудиторной метрикой, интегральный подход С.А. Вартанова, Ю.С. Нефедовой и С.И. Нефедова объединяет разнородные социально-экономические показатели состояния медиакоммуникационной индустрии [1], что для уровня предприятия задает переход от контроля отдельных результатов к сопоставлению рынка, ресурсов и производственно-технологических возможностей.

Рыночно-стратегический контур начинается с выбора бизнес-модели, поскольку комбинация продукта, аудитории, каналов дистрибуции и источников дохода сразу задает требования к производству и ресурсам. Российские видеосервисы используют рекламные поступления, платный контент и коммерческую передачу прав, а развитие рынка сопровождается распространением платных моделей, собственным производством контента, экосистемными решениями и кооперацией [10], поэтому решение о монетизации меняет продуктовый портфель, инвестиции, отношения с правообладателями, технические требования к сервису и способ взаимодействия с пользователем.

Организационная форма определяет масштаб, на котором выполняется тот же выбор. Российские медиахолдинги объединяют активы в структурах с разными уровнями организационного подчинения [7], и стратегическое управление здесь включает распределение функций между активами, определение роли брендов и сегментов, использование общих ресурсов и согласование интересов участников группы, тогда как самостоятельная редакция преимущественно связывает один медиапродукт с аудиторией и доходами, мультимедийная компания координирует несколько продуктовых и технологических направлений, а холдинг дополнительно управляет портфелем функционально и юридически раздельных подразделений.

Бизнес-модель, организационная структура и финансы сходятся в одном управленческом блоке, планирование основной и хозяйственной деятельности, непрерывность производства и безубыточность П.В. Васильев относит к задачам управления медиакомпанией [4], одновременно С.С. Смирнов фиксирует ограничения доступной финансовой информации и неоднородность требований к раскрытию отчетности [6]. При диверсифицированных способах получения дохода у видеосервисов [10] и сложной структуре медиахолдингов [7] внутренний контроль должен соотносить доходы и затраты с конкретными продуктами, каналами, подразделениями и направлениями развития, иначе агрегированный финансовый показатель остается итогом без указания механизма его формирования.

Перевод стратегического приоритета в производство начинается с изменения заданий, сроков, ответственности и ресурсных ограничений, поскольку формат медиапродукта, канал распространения и частота обновления контента определяют загрузку редакции, технических специалистов и инфраструктуры. Производственный менеджмент у П.В. Васильева связывает планирование деятельности с организацией выпуска и финансово-экономическими параметрами [4], поэтому усиление цифрового направления требует перестройки технологической базы и процесса выпуска.

На региональном телеканале цифровая модернизация была связана с единой информационно-производственной средой, автоматизацией операций и расширением возможностей прямых и интернет-трансляций [8], то есть технологическое решение одновременно затронуло организацию производства и набор каналов дистрибуции. Новые производственные возможности после такой перестройки становятся основанием для изменения форматов и способов распространения, и цифровизация входит в стратегию через реконфигурацию самого производственного процесса.

Человеческие ресурсы входят в организационно-ресурсный контур через координацию творческих, редакционных, технических и управленческих функций, П.В. Васильев связывает управление медиакомпанией с командой, корпоративной культурой и мотивацией [3]. Кадровая политика в этой связи не исчерпывается комплектованием штата, изменение технологической или продуктовой модели требует другого сочетания компетенций и способов взаимодействия, а стратегическая цель должна быть распределена по зонам ответственности и критериям результата.

Для мультимедийной организации связь производства и персонала проявляется при расширении цифрового присутствия, увеличение числа каналов без перестройки редакционного процесса добавляет нагрузку и усложняет координацию, но само по себе не формирует новую ценность. Масштаб присутствия поэтому соотносится с ресурсной емкостью производства, компетенциями команды и экономической моделью, иначе платформы, сервисы и технологические инструменты накапливаются как активы, которые не встроены в общий механизм развития.

Цифровой-аналитический контур включает инфраструктуру и алгоритмические технологии. С.Г. Давыдов, А.В. Замков, М.А. Крашенинникова и М.М. Лукина фиксируют применение искусственного интеллекта в операциях производства и обработки информации в российских медиа [5], С.А. Вартанов и А.Ю. Тышецкая различают экосистемную модель, где ИИ связан с развитием цифровой среды, и медийную модель, ориентированную преимущественно на оптимизацию внутренних процессов [2], поэтому одна и та же технология может либо повышать производительность существующей схемы, либо менять персонализацию, взаимодействие участников платформы и масштаб сервисов, затрагивая бизнес-модель.

Операционная автоматизация и изменение механизма создания ценности дают разные стратегические эффекты, сокращение трудоемкости отдельной операции меняет внутренний процесс, а использование технологии для перестройки отношений между ресурсами, медиапродуктом, пользователем и результатом затрагивает каналы взаимодействия, набор услуг и положение предприятия на рынке, по этой причине технологическую стратегию нельзя подменять перечнем внедренных инструментов, значение имеет функция технологии в экономической и производственной конструкции предприятия.

Переход от медиаплатформы к цифровой медиаэкосистеме А.Ю. Тышецкая связывает с интеграцией сервисов, технологических возможностей и присутствием на нескольких рынках [9], вследствие чего меняется единица управления, компания координирует уже не один канал связи с аудиторией, а совокупность пользовательских сценариев и сервисов, где контент становится частью более широкой платформенной среды, а аудитория одновременно остается потребителем медиапродукта и пользователем технологической инфраструктуры.

Изменения на рынке видеосервисов, где платные модели сочетаются с расширением потребительских услуг и собственным производством контента [10], совпадают по направлению с кроссплатформенной дистрибуцией телевизионного продукта [8], оба случая переводят стратегию от управления отдельным каналом к управлению набором каналов и сервисов. Число площадок не служит самостоятельной мерой эффективности, каждая из них потребляет ресурсы и должна выполнять определенную функцию в модели дохода, удержании пользователя, распространении продукта либо получении данных для последующих решений.

Аудитория в цифровой среде одновременно остается получателем контента и источником данных о взаимодействии с ним, интегральная оценка медиакоммуникационной индустрии [1] показывает методическую значимость многомерного анализа, исследования цифровых экосистем и искусственного интеллекта [2], [9] раскрывают роль данных и алгоритмов в организации взаимодействий, для уровня предприятия отсюда следует необходимость связывать аудиторное поведение с затратами, доходом, производственными ресурсами и целями вместо изолированной максимизации просмотров или иных показателей активности.

Контроль сопоставляет фактическую конфигурацию деятельности с принятой стратегической логикой, финансовые данные характеризуют устойчивость модели, производственные показатели отражают способность выпускать требуемый продукт, аудиторные данные фиксируют взаимодействие с пользователем, технологические параметры относятся к состоянию инфраструктуры. Ограниченная финансовая транспарентность отрасли осложняет внешнее сравнение компаний [6], а разработка комплексных отраслевых индикаторов [1] подтверждает необходимость работать с совокупностью показателей, поэтому качество внутренней информации становится частью стратегической управляемости.

Три контура распределяют управленческие функции без их изоляции. Рыночно-стратегический контур охватывает диагностику внешней среды, цели, бизнес-модель, продукт и каналы взаимодействия с аудиторией, организационно-ресурсный переводит выбранное направление в производство, финансовые параметры, ответственность, кадровую конфигурацию и корпоративное взаимодействие, цифровой-аналитический связывает инфраструктуру, обработку данных, алгоритмические инструменты, измерение результатов и возврат информации к последующим решениям, при этом одно стратегическое решение способно затронуть

несколько контуров, хотя объект изменения в каждом из них остается различным.

Рабочая последовательность системы проходит от диагностики среды и ресурсов к целям, бизнес-модели, конфигурации производства и ответственности, обеспечению ресурсами и технологиями, дистрибуции, измерению результата и корректировке решений, но эта последовательность не является линейной. Результаты возвращаются к целеполаганию и бизнес-модели, технологические ограничения способны изменить продуктовую стратегию, изменение монетизации перестраивает производство и кадровые требования, поэтому устойчивость системы определяется связями между функциями.

Несогласованность проявляется в конкретных разрывах, цифровое расширение без ресурсов расходится с производственными возможностями, технологическая модернизация без изменения бизнес-модели остается локальной оптимизацией, платный контент без соответствующего продукта требует, чтобы изменение одного элемента сопровождалось пересмотром зависимых процессов и показателей.

Единая стратегия для регионального телевидения, видеосервиса, платформы и медиахолдинга из этой классификации не следует, различается набор инструментов и масштаб управления, но сохраняется общий принцип, цели соотносятся с бизнес-моделью, бизнес-модель с производством и ресурсами, производство с технологической и кадровой архитектурой, а результаты с информацией для следующего решения. Стратегическое управление при таком построении представляет непрерывную координацию предприятия с изменяющейся медиасредой.

Обсуждение

Подходы к управлению медиапредприятиями различаются по исходной единице анализа, экономико-управленческие работы рассматривают компанию как производственную организацию с планированием, финансированием, выпуском и распределением ответственности, исследования бизнес-моделей сосредоточены на способе получения дохода и отношениях между продуктом, потребителем и монетизацией, работы о медиахолдингах переносят анализ на уровень группы активов, а экосистемная трактовка включает платформенную инфраструктуру, сервисы и взаимодействие нескольких групп пользователей.

Эти масштабы описывают разные части одной управленческой конструкции, производственный подход раскрывает внутреннюю реализацию стратегии, бизнес-модель задает ее экономическую логику, исследование холдингов определяет организационные границы, экосистемный подход показывает расширение этих границ под действием платформизации. Ошибка возникает при подмене целого одним уровнем, финансовый результат не объясняет аудиторное поведение, далее рост аудитории не подтверждает устойчивость монетизации, помимо этого, технологическое обновление не равнозначно смене стратегии, а расширение набора активов ничего не говорит о качестве координации между ними.

Различие между экономической и технологической трактовками цифровой трансформации проходит по результату изменения. В производственном контуре технология сокращает трудоемкость, ускоряет операции или повышает надежность выпуска, в экосистемной конфигурации она способна перестроить взаимодействие участников и набор услуг, особенно ясно это видно на искусственном интеллекте, автоматизация редакционной операции сохраняет базовую конструкцию предприятия, а персонализация, обработка пользовательских данных и управление платформенными взаимодействиями затрагивают механизм создания ценности, стратегический эффект определяется масштабом организационных и экономических связей, которые меняются вместе с технологией.

Медиахолдинг и цифровая экосистема создают сходную задачу координации на разных основаниях, в первом случае объединение строится через организационную консолидацию активов, во втором через технологическую интеграцию сервисов и пользовательских взаимодействий. Холдингу требуется согласовывать предприятия и подразделения с собственными функциями и экономическими параметрами, экосистеме приходится поддерживать связанность через инфраструктуру, данные и взаимное дополнение сервисов, поэтому формальное единство собственности и функциональная интеграция не заменяют друг друга.

Положение аудитории зависит от типа медиапредприятия. Для традиционного вещателя она прежде всего получает медиапродукт, а дистрибуция расширяет доступ и контакт, в цифровом сервисе поведение пользователя входит в продуктовую и коммерческую логику через данные о взаимодействии с интерфейсом и дальнейшее предложение контента, в экосистеме пользователь перемещается между сервисами и медиапродукт становится частью более широкого сценария. Число контактов в этих условиях следует отделять от их экономической и продуктовой ценности.

Ограниченная сопоставимость публичной финансовой отчетности сужает возможности прямой оценки стратегий, особенно в сложных холдинговых структурах, но не отменяет внутреннего стратегического контроля. Чем больше направлений деятельности и источников дохода соединено в компании, тем точнее требуется разграничивать финансовые результаты по продуктам и решениям, иначе агрегированная сумма фиксирует итог без связи с конкретным механизмом его получения.

Персонал находится между стратегическим и операционным уровнем, корпоративная культура и мотивация не образуют самостоятельную стратегию, но определяют возможность ее исполнения, при цифровой трансформации меняются роли, последовательность операций и взаимодействие творческих и технических специалистов, поэтому отрыв кадровой политики от технологической и производственной части создает разрыв между заявленным направлением и фактическими компетенциями, а доступный масштаб преобразований ограничивается состоянием организационно-ресурсного контура.

Различия эмпирической базы ограничивают перенос отдельных выводов между сегментами. Исследования регионального телеканала, видеосервисов и цифровых платформ подробно раскрывают конкретные механизмы, но сохраняют зависимость от соответствующего типа организации, работы о медиахолдингах и медиакоммуникационной индустрии охватывают более широкий уровень, однако переход от отраслевой структуры к управлению отдельным предприятием требует дополнительной интерпретации. Трехконтурная классификация упорядочивает эти уровни, не устраняя различий между вещательными организациями, цифровыми сервисами, платформами, коммерческими и некоммерческими медиа.

Быстрая смена технологических инструментов ограничивает срок применимости конкретных технических решений, при этом базовые управленческие функции меняются медленнее. Поэтому стратегическая система должна включать способность предприятия соотносить новую технологию с производственным процессом, бизнес-моделью и пользовательской ценностью, тогда смена программного или алгоритмического решения не разрушает саму логику анализа.

Существенная исследовательская лакуна связана с отсутствием единой эмпирической схемы, где финансовые показатели медиапредприятия одновременно сопоставлены с характеристиками контента, организацией производства, цифровыми технологиями, кадровыми параметрами и поведением аудитории. Литература детализирует отдельные элементы и локальные связи, но межфункциональные зависимости распределены между разными направлениями медиаменеджмента, их проверка на предприятиях нескольких сегментов с сопоставимыми критериями могла бы определить, какие связи сильнее связаны с достижением стратегических целей.

Отдельная проблема касается измерения стратегической адаптации, изменение бизнес-модели, внедрение технологии или выход на новую платформу фиксируют действие, но не его результативность, для оценки требуется сопоставлять исходную цель, ресурсы и эффект на заданном временном интервале, отраслевые интегральные показатели дают методическую основу многомерного анализа, однако для диагностики конкретного предприятия нужна собственная система взаимосвязанных показателей.

Стратегическое управление медиапредприятием поэтому шире долгосрочного планирования, зависимость производства и дистрибуции от инфраструктуры, изменяемость пользовательских практик и множественность моделей монетизации требуют последовательной реконфигурации ресурсов и процессов. Устойчивость здесь связана с сохранением отношения между экономической целью, ценностью медиапродукта и возможностями предприятия, даже когда конкретные способы производства, доставки и монетизации меняются.

Заключение

Содержание стратегического управления определяется взаимосвязанностью производства медиапродукта, доходов, финансовых и кадровых ресурсов, цифровой инфраструктуры, дистрибуции и взаимодействия с аудиторией, поэтому изменение отдельной функции приобретает стратегическое значение только после его соотнесения с целями и бизнес-моделью предприятия.

Ключевые элементы распределены между тремя контурами, рыночно-стратегический объединяет диагностику среды, целеполагание, бизнес-модель, продуктовые решения и каналы работы с аудиторией, организационно-ресурсный включает производство, финансовое обеспече-

ние, ответственность, персонал и корпоративную координацию, цифровой-аналитический охватывает инфраструктуру, данные, искусственный интеллект, показатели и обратную связь. Их взаимодействие переводит стратегическую цель в экономические, производственные, кадровые и технологические решения без выделения этих направлений в автономные системы.

Аналитический контроль связывает фактические результаты с решениями, из которых они возникли, финансовые, производственные, аудиторные и технологические показатели рассматриваются совместно, поскольку отдельная метрика не отражает устойчивость всей конструкции. Обратная связь возвращает полученную информацию к целям, бизнес-модели, распределению ресурсов и технологической архитектуре и тем самым поддерживает адаптацию стратегии.

Для практической диагностики три контура можно использовать как схему проверки согласованности целей, бизнес-модели, производственных возможностей, кадрового обеспечения, цифровой инфраструктуры и системы показателей. Выявленный между ними разрыв указывает на несоответствие стратегического решения ресурсам либо процессам его реализации, поэтому управляемость медиапредприятия определяется сохранением рабочих связей между элементами при изменении рынка, технологий и способов потребления контента.

Литература

1. Вартанов С. А., Нефедова Ю. С., Нефедов С. И. Интегральный индикатор медиакоммуникационной индустрии: инструмент анализа новой социально-экономической категории // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2025. № 1. С. 3–32. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.1.2025.332.
2. Вартанов С. А., Тышецкая А. Ю. Российская модель использования ИИ в цифровых экосистемах медиакоммуникационной индустрии // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2025. № 5. С. 23–53. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.5.2025.2353.
3. Васильев П. В. Управление медиакомпанией: корпоративная культура, феномен команды и проблемы мотивации сотрудников // Экономика и парадигма нового времени. 2024. № 11. С. 5–15.
4. Васильев П. В. Управление медиакомпанией: производственные и финансово-экономические аспекты // Экономика и парадигма нового времени. 2024. № 6. С. 52–62.
5. Давыдов С. Г., Замков А. В., Крашенинникова М. А., Лукина М. М. Использование технологий искусственного интеллекта в российских медиа и журналистике // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2023. № 5. С. 3–21. DOI: 10.30547/vestnik.journ.5.2023.321.
6. Смирнов С. С. Финансовая транспарентность крупного медиабизнеса в России: изменение аспектов проблемы // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2022. № 2. С. 3–20. DOI: 10.30547/vestnik.journ.2.2022.320.
7. Смирнов С. С. Медиахолдинги как субъекты медиасистемы Российской Федерации: опыт комплексного исследования // Вестник Московского университета. Серия 10. Журналистика. 2024. № 6. С. 158–191. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.6.2024.158191.
8. Тихонова О. В., Подзолкова И. Ю. Телеканал «Мир Белогорья»: особенности функционирования // Медиаскоп. 2022. Вып. 1. DOI: 10.30547/mediascope.1.2022.1.
9. Тышецкая А. Ю. Трансформация медиаплатформы в цифровую медиаэкосистему: траектория преобразования (на примере группы «ВК») // Меди@льманах. 2024. № 6 (125). С. 42–56. DOI: 10.30547/mediaalmanah.6.2024.4256.
10. Эль-Бакри Т. В. Развитие бизнес-моделей российских видеосервисов на современном этапе // Медиаскоп. 2021. Вып. 4. DOI: 10.30547/mediascope.4.2021.6.

Strategic management in media enterprises: key elements of the system

Sulimova E.A.
Knorus Media LLC

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Strategic management of a media enterprise is examined as the coordination of its business model, production processes, resources and digital infrastructure with market conditions and audience behavior. The relevance of this approach is associated with the shift of media businesses toward platform distribution, combined monetization models, data-driven management and artificial intelligence. The study aims to systematize the elements of strategic management and establish the relationships among them. The material comprises Russian publications from 2021–2025 on media economics, media holdings, production management, corporate culture, digital ecosystems, financial transparency and technological change. Their propositions were compared, classified and synthesized through logical and analytical analysis, generalization and synthesis. The novelty lies in combining the identified elements into market-strategic, organizational-resource and digital-analytical circuits that connect goal setting, the business model, media production, human resources, technologies, audience relations and control. The resulting structure can be used to diagnose inconsistencies between strategic decisions and the resources required for their implementation.

Keywords: strategic management, media enterprise, media business, business model, media management, digital ecosystem, media production, content monetization, media holding, artificial intelligence.

References

1. Vartanov S. A., Nefedova Yu. S., Nefedov S. I. Integral indicator of the media communication industry, a tool for analyzing a new socio-economic category. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika. 2025. No. 1. P. 3–32. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.1.2025.332.
2. Vartanov S. A., Tyshetskaya A. Yu. Russian model of AI use in digital ecosystems of the media communication industry. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika. 2025. No. 5. P. 23–53. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.5.2025.2353.
3. Vasiliev P. V. Media company management, corporate culture, the team phenomenon and employee motivation problems. Ekonomika i paradigma novogo vremeni. 2024. No. 11. P. 5–15.
4. Vasiliev P. V. Media company management, production and financial-economic aspects. Ekonomika i paradigma novogo vremeni. 2024. No. 6. P. 52–62.
5. Davydov S. G., Zamkov A. V., Krasheninnikova M. A., Lukina M. M. Use of artificial intelligence technologies in Russian media and journalism. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika. 2023. No. 5. P. 3–21. DOI: 10.30547/vestnik.journ.5.2023.321.
6. Smirnov S. S. Financial transparency of large media businesses in Russia, changing aspects of the problem. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika. 2022. No. 2. P. 3–20. DOI: 10.30547/vestnik.journ.2.2022.320.
7. Smirnov S. S. Media holdings as actors in the media system of the Russian Federation, an integrated study. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 10. Zhurnalistika. 2024. No. 6. P. 158–191. DOI: 10.55959/msu.vestnik.journ.6.2024.158191.
8. Tikhonova O. V., Podzolkova I. Yu. Mir Belogorya TV channel, operational features. Mediaskop. 2022. Iss. 1. DOI: 10.30547/mediascope.1.2022.1.
9. Tyshetskaya A. Yu. Transformation of a media platform into a digital media ecosystem, a transformation trajectory using VK Group as an example. MediaAlmanakh. 2024. No. 6 (125). P. 42–56. DOI: 10.30547/mediaalmanah.6.2024.4256.
10. El-Bakri T. V. Development of business models of Russian video services at the present stage. Mediaskop. 2021. Iss. 4. DOI: 10.30547/mediascope.4.2021.6.

Инновационная психолого-экономическая модель принятия решений в условиях неопределённости

Ягудин Дмитрий Рустамович,
Доктор психологических наук, ген. директор, ООО «Международного НейроУниверситета им. Д.Р. Ягудина», dr.yagudin@mail.ru,

Результаты многолетних исследований опровергают концепцию «рационального агента» как описательной модели принятия решений человеком. Ограниченные когнитивные возможности мозга вынуждают его часто прибегать к эвристикам, эмоциям, интуиции и другим вычислительным упрощениям, что приводит к более или менее адаптивным решениям в зависимости от конкретной ситуации. В статье рассматривается инновационная психолого-экономическая модель принятия решений в условиях неопределённости, когнитивного перегруза и эмоционального напряжения, основанная на дефиниции нейроинтуитивного интеллекта как интегративной способности человека. Особое внимание уделяется разрыву между пониманием и действием: ситуации, при которой человек обладает информацией, но не способен перейти к решению из-за страха ошибки, избытка анализа, внутреннего сопротивления или расфокуса. Методика нейроинтуитивного интеллекта представлена как прикладной подход на стыке когнитивной психологии, нейрофизиологии, поведенческой экономики и психологии принятия решений. Показано, что интуитивный компонент выбора не должен противопоставляться рациональному анализу: в условиях ограниченной рациональности, неполных данных и высокой цены промедления он может выступать механизмом интеграции опыта, телесно-эмоциональных сигналов, внимания и контекста.

Ключевые слова: нейроинтуитивный интеллект, принятие решений, экономика, рациональность, выбор.

Процесс принятия решений человеком широко изучается через призму ожидаемой ценности или ожидаемой полезности, которые позволяют количественно определить предполагаемый результат выбора того или иного варианта с учетом субъективных весов, таких как, например, знаковые характеристики результата, вероятность и величина [1].

Традиционная неоклассическая модель максимизации полезности (*Homo economicus*) исходит из предпосылки о полной рациональности агента. Однако в реальных условиях жестких ограничений по времени и вниманию чистый экономико-математический расчет часто демонстрирует свою операционную неполноту. С целью четкой идентификации реальных драйверов выбора в бизнес-среде обратимся к обобщенной структуре факторов, на которые опираются современные руководители и инвесторы при принятии ключевых решений в условиях высокой неопределенности рынков (см. рис. 1). Данные, представленные на рис. 1, базируются на агрегированном метаанализе результатов крупнейших международных исследований управленческой практики за 2023–2024 годы. В частности, эмпирической базой послужили 27-й Ежегодный опрос руководителей (PwC Annual Global CEO Survey, 2024 г., глобальная выборка — 4 702 руководителя высшего звена из 105 стран) и глобальное исследование KPMG CEO Outlook (2023 г., выборка — 1 325 топ-менеджеров из 11 ключевых секторов экономики).

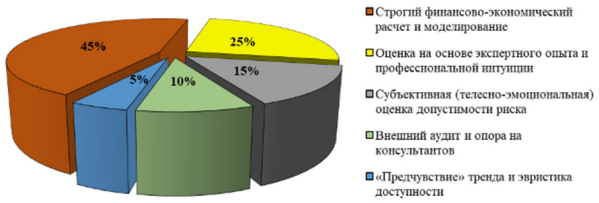


Рис. 1 Факторы, определяющие принятие управленческих и инвестиционных решений в условиях неопределенности

Полученные результаты свидетельствуют о статистически подтверждённой гипотезе, согласно которой в стабильных средах доля формализованного расчета достигает 75–80%, тогда как при росте неопределенности она падает до указанных 45%, уступая место суб-рациональным механизмам.

Эти данные наглядно подтверждают существенный разрыв между теоретическим пониманием рыночной конъюнктуры и практической способностью принимать экономические решения, проводить транзакции или инвестировать капитал. Наличие Big Data и аудированных финансовых отчетов само по себе не гарантирует экономической эффективности, если у лица, принимающего решение заблокирован механизм перехода от анализа к действию из-за когнитивных искажений (например, эффекта избегания потерь). Из-за страха ошибки, избытка альтернатив и субъективного неприятия риска возникает глубокий разрыв между теоретическим пониманием ситуации и реальным экономическим действием [2].

Приведенное на рис. 1 распределение факторов указывает на объективную необходимость формализации инновационной психолого-экономической модели принятия решений в условиях неопределённости, которая базируется на концепции нейроинтуитивного интеллекта и позволит структурировать, а также перевести в разряд предсказуемых, воспроизводимых инструментов те самые 45% неявного, эвристического знания, которые сегодня используются бизнесом хаотично.

Вопрос об интуитивных решениях в сфере прикладной экономики становится все более популярным в последние годы, его детальному анализу посвятили свои труды Маричева М. А., Потемкин В. К., Муханов Е. О., Захарова Ж. А., Dan-Lin Li, Ting-Han Guo, Andrzej Grzybowski, Chen-Wei Pan.

Важные практические последствия, вытекающие из того, как эта эвристика влияет на то, как люди воспринимают и оценивают риск, и, в более общем смысле, как она влияет на все процессы принятия решений человеком, описывают Чачис Д. Ю., Хорошун Н. В., Орманова А. М., Gökberk Bayramoğlu, Oğuzhan Öztürk, Jeffrey B. Dennison, Daniel Sazhin, David V. Smith.

Методы и модели интеграции рациональных и интуитивных аспектов для повышения эффективности принятия решений и адаптивности в различных областях входя в круг научных интересов Алейниковой О. А.,

С. Нормана, Д. Ф. Эндлера, Д. А. Джеймса, М. И. Паркера, Shiwei Qiu, Yancheng Tang, Hongbo Yu.

Однако, несмотря на активное развитие нейроэкономических подходов, общепринятых методик, позволяющих количественно измерить влияние нейроинтуитивных механизмов на экономический выбор, до сих пор не предложено — особенно в ситуациях, когда уровень неопределённости критически высок. Процессы интеграции рационального анализа, интуитивного опыта и эмоционально-аффективных реакций в единую прогностическую модель принятия решений исследованы лишь частично. Подобная модель, если рассматривать её способность обеспечивать воспроизводимые результаты, должна оставаться стабильной в различных рыночных контекстах, однако алгоритмы этой интеграции пока не формализованы. Существует и другой аспект: эмпирическая верификация того, как именно интуиция снижает информационную асимметрию, до сих пор сталкивается с методологическими трудностями. Как следствие, механизмы формирования кооперативных стратегий поведения экономических субъектов под воздействием данных факторов всё ещё остаются открытым полем для дискуссий.

Таким образом, цель статьи заключается в обосновании инновационной психолого-экономической модели принятия решений в условиях неопределённости.

Прежде всего, необходимо отметить, что интуиция и эмоции долгое время оставались малоизученными темами в литературе, посвящённой человеческому мышлению и принятию экономических решений. Процессы суждения, связанные с восприятием риска, традиционно рассматривались как когнитивные по своей природе, основанные на рациональной и обдуманной оценке имеющихся альтернатив [3]. Эта картина начала меняться в начале 1980-х годов, когда исследователи вышли за рамки рациональных, обдуманных и когнитивных процессов и начали изучать интуитивные — в противоположность обдуманным — и эмоциональные — в противоположность когнитивным — аспекты экономического выбора.

Исследование влияния аффектов на процесс принятия решений началось с теорий сожаления и разочарования в экономическом контексте, а также с основополагающей работы Джонсена и Тверски, посвященной влиянию эмоциональных факторов на восприятие риска. Сегодня вопрос об аффектах и эмоциях в процессе принятия решений можно считать «горячей» темой. В настоящее время широко признано, что эмоции многообразным образом влияют на суждения, восприятие риска и принятие решений [4]. При этом существует множество подходов, рассматривающих этот вопрос с различных точек зрения и в широком спектре поведенческих областей.

Тем не менее, большинство существующих концепций лишь констатирует влияние аффективных факторов на выбор агента, не предлагая лицу, принимающему решения, прикладного инструментария для их системной декомпозиции в реальной экономической ситуации. Чтобы преодолеть этот методологический разрыв и перевести субъективные психофизиологические сигналы в плоскость измеримой эффективности, авторами была разработана инновационная прикладная методология, основанная на концепции нейроинтуитивного интеллекта, реализуемая через четырехэтапную калибровочную модель «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю».

Архитектура авторской концепции нейроинтуитивного интеллекта и калибровочной модели «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю» не является субъективной психологической надстройкой, а строго базируется на междисциплинарном синтезе признанных экономических, когнитивных и нейрофизиологических парадигм. Для обоснования легитимности данного подхода в анализе экономического поведения и его способности преодолевать ограничения классического рационального выбора, ключевые теоретические предпосылки методики систематизированы в таблице 1.

Как показывает приведенный в таблице 1 теоретический базис, авторская методика выступает не альтернативой неоклассической экономике, а ее закономерным расширением. Синтез данных теорий критически важен для обоснования модели, поскольку он доказывает: в экономике неопределенности интеграция телесно-эмоциональных сигналов и метакогнитивных метрик — это не потеря рациональности, а высшая форма адаптации экономического агента. Опираясь на гипотезу соматических маркеров и концепцию ограниченной рациональности, методика легализует интуицию как строгий инструмент оценки риска. Применение алгоритма «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю» позволяет человеку системно компенсировать поведенческие искажения (страх потерь) и конвертировать вероятностный информационный хаос в конкретный, экономически выверенный шаг, существенно повышая эффективность управленческой и инвестиционной деятельности.

Таблица 1

Научно-теоретический базис модели нейроинтуитивного интеллекта в контексте принятия экономических решений

Теоретическое основание	Экономическая проблематика	Роль концепции в авторской методике «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю»
Теория ограниченной рациональности (Г. Саймон)	В условиях дефицита времени и асимметрии информации человек физически не способен просчитать все вероятности. Попытка найти «идеальный» оптимум ведет к параличу анализа.	Обосновывает необходимость перехода от бесконечного сбора данных к действию. Этап «Решаю» фокусируется на выборе не абсолютного, а устойчивого и реализуемого экономического решения в условиях имеющихся ограничений
Поведенческая экономика и неприятие потерь (Д. Канеман, А. Тверски)	Финансовые и управленческие решения систематически искажаются когнитивными ошибками: страхом потерь, эффектом владения, избеганием риска и привязкой к прошлым затратам	Позволяет отделить реальные экономические риски от когнитивных искажений. На этапе «Вижу» агент учится распознавать контекст без искажающего влияния тревоги, объективно оценивая альтернативы и цену промедления
Гипотеза соматических маркеров (А. Дамасио)	Экономический выбор не может быть исключительно математическим. Телесно-эмоциональные сигналы бессознательно маркируют финансовые альтернативы как опасные или перспективные	Является фундаментом этапа «Чувствую». Механизм переводит телесные сигналы из категории «иррациональных помех» в статус надежного калибровочного инструмента для оценки толерантности к риску и скрытых угроз
Метапознание и калибровка уверенности (современные когнитивные исследования)	Эффективная трансакция требует оценки не только внешних параметров рынка, но и внутреннего качества собственных знаний, степени сомнений и готовности к действию	Интегрирована в этап «Слышу». Обеспечивает метакогнитивную ясность: человек не просто интуитивно выбирает, а осознает природу внутреннего сигнала, четко понимая, на чем базируется его уверенность в принимаемом экономическом решении
Интеграция систем мышления (Dual-process theory) (С. Эпштейн, К. Станович)	Реальные стратегические решения опираются на сложный и непрерывный обмен между аналитическими и интуитивными нейронными процессами, зависящий от когнитивной нагрузки	Формирует ядро концепции нейроинтуитивного интеллекта. Модель снимает грубую дихотомию «логика против интуиции», обучая агента гибко переключаться между режимами для минимизации трансакционных издержек мышления

Составлено автором

Отдельный акцент следует сделать на том, что обоснование инновационной модели нейроинтуитивного интеллекта нацелено, помимо прочего, на разрешение фундаментального противоречия экономической теории, зафиксированного еще М. Грановеттером (1985). Историческое разделение экономической мысли на два полярных лагеря, как аргументирует исследователь в своих классических трудах, накладывает жесткие ограничения на прогностический потенциал обеих концепций в условиях реального рынка [5].

С одной стороны, в рамках так называемой «пересоциализированной» модели экономическое поведение трактуется как производное исключительно от внешних социальных норм и ожиданий. Подобный подход, безусловно, применим для верификации усредненных групповых трендов. Однако при анализе индивидуальных решений — будь то сокрытие информации, скрытый оппортунизм или иррациональный отказ от маржинальной сделки — модель обнаруживает несостоятельность, чересчур жестко привязывая субъекта к реляционному равновесию.

Прямой противоположностью выступает «недосоциализированная» модель. Она базируется на жестких постулатах теории принятия решений (*Homo economicus*), где доминирует исключительно калькуляция полезности [6]. Работоспособность этой схемы, впрочем, ограничена средами с принудительно исполнимыми правилами; феномен интуиции — как неформализуемый экономический фактор — здесь полностью игнорируется.

Стремясь преодолеть данную дихотомию, Грановеттер ввел концепцию укорененности, согласно которой эмоциональные связи предопределяют мотивирующий, но никак не императивный контекст действий агента.

Современная турбулентная цифровая экономика вносит свои коррективы: внешние реляционные и институциональные каркасы стремительно девальвируются. В этих условиях разработанная модель «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю» фактически переносит акцент укорененности, смещая его из макросреды во внутреннюю когнитивно-эмоциональную архитектонику лица, принимающего решения. Нейроинтуитивный интеллект, таким образом, решает задачу интеграции строгого

математического расчета и спонтанных аффективных реакций. Роль интегративного инструмента здесь берет на себя доверие к собственному восприятию. Через соматические маркеры и метакогнитивную ясность формируется та самая гибкая, недирективная основа, благодаря которой субъект совершает точечное экономическое действие, даже если принудительные внешние правила отсутствуют, а рыночные данные принципиально неполны [7].

Механизм этой трансформации и его влияние на конечные показатели принятия человеком экономических решений визуализированы на концептуальной схеме (рис. 2).

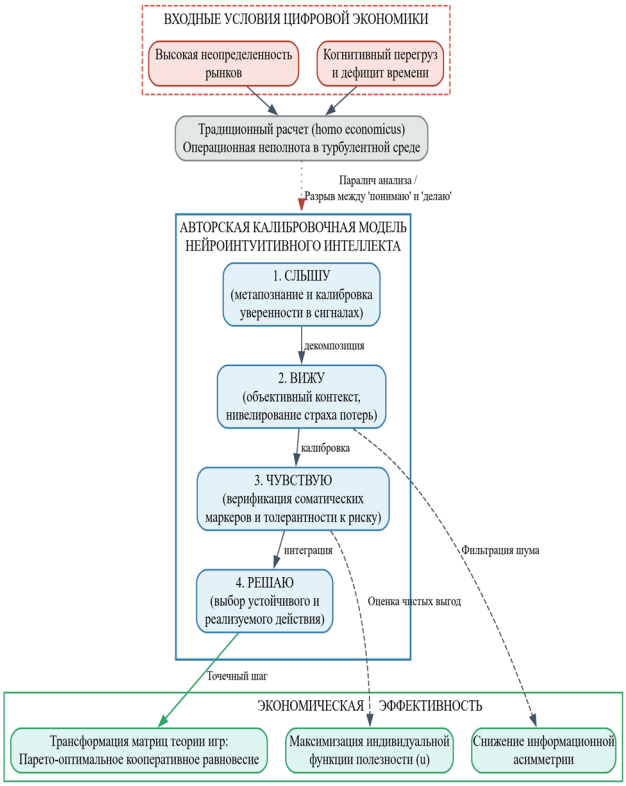


Рис. 2 Модель «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю». Составлено автором

Как показано на рис. 2, в условиях высокой рыночной неопределенности и когнитивного перегруза традиционный расчет демонстрирует операционную неполноту, провоцируя «паралич анализа» и разрыв между пониманием конъюнктуры и экономическим действием, для преодоления которого активируется внутренняя 4-этапная калибровочная модель, где каждый психологический этап имеет прямую проекцию на выходные метрики экономической эффективности.

Подводя итоги, отметим, что на сегодняшний день экономические исследования и изыскания в сфере анализа поведения человека в условиях неопределенности и волатильности рынков выходят за рамки простого утверждения о том, что интуиция, эмоции и чувства оказывают существенное влияние на принятие решений. Ученые предпринимают активные попытки уточнить и обобщить механизмы, посредством которых этот комплекс человеческих качеств влияет на выбор, действия, восприятие риска и управление экономическим поведением.

В данном контексте разработанная авторами психолого-экономическая модель нейроинтуитивного интеллекта «Слышу — Вижу — Чувствую — Решаю» предлагает качественно новый подход, научная новизна которого заключается в формализации сквозного алгоритма интеграции суб-рациональных соматических маркеров и метакогнитивных метрик в структуру индивидуальной функции полезности агента без противопоставления интуиции рациональному расчету.

Литература

1. Алейникова О. А. Искажение мышления предпринимателей как фактор влияния на эффективность ведения бизнеса // Вестник науки. 2026. №5.
2. Ягудин Д. Р., Павлова И. В. Интеллектуальная навигация в концепции нейроинтуиции // Научное мнение. 2025. № 7–8. С. 134–144.
3. Щекотин Е. В. Когнитивная парадигма социального управления в цифровом обществе // ВЭПС. 2026. №1. С. 45-51.
4. Афанасьева О. Н., Ткаченко У. В. Поведенческие финансы: как эмоции мешают принимать правильные финансовые решения // Экономика и бизнес: теория и практика. 2026. №5. С. 67-73.
5. Ягудин Д. Р., Павлова И. В. Нейроинтуиция и ее роль в процессе принятия решений // International Journal of Medicine and Psychology. 2025. Т. 8, № 5. С. 79–84.
6. Михеев Д.А. Поведенческие детерминанты финансовых решений розничных инвесторов и их влияние на динамику российского рынка // Аудиторские ведомости. 2026. №1.
7. Павлова И. В., Никишина И. А. Феномен нейроинтуиции в сознательно-подсознательных процессах и деятельности // Science. Research. Practice: сборник статей XCVI Международной научной конференции. СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2025. С. 20–38.

An innovative psychological-economic model of decision-making under uncertainty

Yagudin D.R.
International University of Neurology, LLC

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The findings of long-term research refute the concept of the 'rational agent' as a descriptive model of human decision-making. The brain's limited cognitive capacity means it is often forced to resort to heuristics, emotions, intuition and other computational simplifications, leading to decisions that are more or less adaptive depending on the specific situation. This article examines an innovative psycho-economic model of decision-making under conditions of uncertainty, cognitive overload and emotional stress, based on the definition of neuro-intuitive intelligence as a human integrative capacity. Particular attention is paid to the gap between understanding and action: a situation in which a person possesses information but is unable to proceed to a decision due to fear of making a mistake, over-analysis, internal resistance or loss of focus. The methodology of neuro-intuitive intelligence is presented as an applied approach at the intersection of cognitive psychology, neurophysiology, behavioural economics and decision-making psychology. It is demonstrated that the intuitive component of choice should not be contrasted with rational analysis: in conditions of bounded rationality, incomplete data and high opportunity costs, it can act as a mechanism for integrating experience, bodily and emotional signals, attention and context.

Keywords: neuro-intuitive intelligence, decision-making, economics, rationality, choice.

References

1. Aleynikova O. A. Distortion of entrepreneurs' thinking as a factor influencing business performance // Vestnik Nauki. 2026. No. 5.
2. Yagudin D. R., Pavlova I. V. Intelligent navigation within the concept of neuro-intuition // Nauchnoe Mnenie. 2025. No. 7–8. P. 134–144.
3. Shchekotin E. V. The cognitive paradigm of social management in a digital society // VEPS. 2026. No. 1. P. 45–51.
4. Afanasyeva O. N., Tkachenko U. V. Behavioral finance: how emotions hinder sound financial decision-making // Economics and Business: Theory and Practice. 2026. No. 5. P. 67–73.
5. Yagudin D. R., Pavlova I. V. Neuro-intuition and its role in the decision-making process // International Journal of Medicine and Psychology. 2025. Vol. 8, No. 5. P. 79–84.
6. Mikheev D. A. Behavioral determinants of retail investors' financial decisions and their impact on Russian market dynamics // Auditorskie Vedomosti. 2026. No. 1.
7. Pavlova I. V., Nikishina I. A. The phenomenon of neuro-intuition in conscious-subconscious processes and activity // Science. Research. Practice: Collection of Articles from the 96th International Scientific Conference. St. Petersburg: GNII "Natsrazvitie", 2025. P. 20–38.

Особенности и современные тенденции в деятельности малых и средних предприятий в России

Абдуллаев Низами Видади оглы
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, nizami.abdullaev.89@mail.ru

Статья посвящена рассмотрению особенностей функционирования малых и средних предприятий в РФ. Актуальность темы обусловлена комплексом факторов, связанных с ролью этого сектора в экономике, внешними вызовами и государственной политикой.
В статье выявлены внешние и внутренние факторы, оказывающие влияние на деятельность малых и средних предприятий (МСП) и формирующих современные тренды развития этого сектора. Приведены статистические данные, свидетельствующие о поступательном развитии МСП в России, несмотря на сложные экономические условия.
В статье отмечается важность многосторонней поддержки МСП со стороны государства и значение внедрения цифровых технологий в их бизнес-процессы.
Описаны новые тенденции в деятельности МСП в ответ на глобальные вызовы и внутренние проблемы.
В заключении сделан вывод о тех направлениях деятельности, которые в настоящее время наиболее эффективны для МСП с точки зрения сохранения конкурентных позиций.
Ключевые слова: малые и средние предприятия, современные экономические тренды, национальные цели развития России, государственная поддержка малого и среднего бизнеса, эмоциональный маркетинг.

Введение

Глобальные изменения, внутренние проблемы и вызовы оказывают серьезное влияние на состояние и динамику развития бизнеса в России, определяя степень интенсификации решения стоящих перед страной задач, таких как импортозамещение и достижение технологического суверенитета.

В развитии собственного производства и суверенизации российской экономики наряду с крупным бизнесом важную роль играют малые и средние предприятия. Они обладают несомненными преимуществами в силу гибкости, оперативности, низкого порога входа на рынок, узкой специализации, персонализированного подхода к клиентам, конкурентоспособных цен. Не случайно, несмотря на беспрецедентное санкционное давление со стороны ряда зарубежных стран, отечественный малый и средний бизнес продолжает расти и развиваться, обеспечивая более 21% ВВП страны.

По состоянию на начало января 2026 года в стране насчитывалось более 6,8 млн МСП, что на 4% больше, чем за аналогичный период 2025 года, и на 8% - по сравнению с 2024 годом. При этом численность работников МСП к сентябрю 2025 года составила рекордные 19,9 млн человек по сравнению с 2019–2024 гг.[1]. По данным ФНС, отечественный сектор МСП ежегодно, начиная с 2016 г., прирастал на более чем миллион хозяйствующих субъектов (за исключением 2020 г.) [2].

В стране наблюдается рост численности самозанятых. За шесть лет их количество увеличилась почти в 22 раза, приблизившись к 17 млн человек. Как считают исследователи, это уже устойчивая тенденция перехода части населения к гибким формам получения дохода, как проявления стремления к свободе принятия решений и финансовой самостоятельности [3].

Рост и развитие МСП в последние годы сопровождается адаптацией к новым условиям, поиском внутренних резервов для оптимизации деятельности. Обратимся к рассмотрению особенностей и тенденций в деятельности отечественных МСП.

Методология

Теоретической базой статьи послужили научные исследования по вопросам состояния малого и среднего бизнеса в России, особенностей его развития в условиях внешних вызовов и внутренних проблем и влияния современных трендов на его функционирование.

В качестве эмпирической основы работы были использованы нормативно-правовые документы РФ, аналитические и статистические данные, материалы программных, стратегических документов, содержащие концептуальные подходы к развитию малого и среднего бизнеса в стране.

В качестве общенаучных методов исследования использовались аналитический и сравнительный анализ, методы систематизации, аналогии и обобщения.

Результаты и обсуждение

Деятельность малого и среднего бизнеса в России в настоящее время во многом определяется особенностями макроэкономической ситуации: инфляцией, доступностью источников финансирования, наличием кадров, динамикой государственной поддержки.

Инфляция и рост стоимости заемного капитала выступают основными барьерами для развития МСП. Рост цен на сырье и материалы влияет на себестоимость продукции, что приводит к росту цен, снижая конкурентоспособность предприятий в условиях свободного рынка. Кроме того, инфляция негативно сказывается на спросе населения и объемах продаж, что ведет к потере прибыли и снижению рентабельности [2].

Высокая ключевая ставка ЦБ РФ ведет к удорожанию кредитов, что затрудняет доступ к финансированию МСП, заставляя сокращать затраты и искать альтернативные источники финансирования (льготные кредитные программы, субсидии), что требует активности, гибкости, быстрой реакции на изменения экономической ситуации.

Сбытовые и логистические проблемы МСП связаны с нарушениями в цепочках поставок продукции и несвоевременностью их оплаты заказчиком. Предприятия вынуждены нести расходы на поиск надежных поставщиков и налаживание прочных каналов сбыта.

В плане государственной поддержки малый и средний бизнес испытывает серьезный бюрократический прессинг из-за отсутствия у ведомств единых требований к документации и ее оформлению, что ведет

к избыточной административной нагрузке. В результате применяемые меры поддержки часто не достигают целевых показателей или не соответствуют потребностям бизнеса [4]. Проблемой остается и низкая степень автоматизации процессов взаимодействие с государственными структурами [2].

Нехватка квалифицированных кадров затрудняет расширение производства, реализацию новых проектов и привлечение дополнительных клиентов. Это общая проблема, затрагивающая не только МСП, но и крупный бизнес. В таких условиях предприятия вынуждены менять тактику, отказываясь от масштабирования бизнеса, либо создавать все условия для привлечения молодых кадров (достойная зарплата, социальные гарантии, возможности развития и карьерного роста, благоприятная рабочая атмосфера, гибридные и удаленные форматы работы), либо осуществлять автоматизацию и роботизацию производственных процессов [5].

Важнейшим подспорьем в решении ряда перечисленных проблем является цифровизация бизнес-процессов.

Всё больше предприятий внедряют цифровые инструменты, среди которых облачные сервисы (экономят на создании собственной IT-инфраструктуру), искусственный интеллект (помогает автоматизировать документооборот, анализировать данные, прогнозировать спрос, налаживать персонализированные коммуникации с клиентами), чат-боты и виртуальные ассистенты (отвечают на типовые вопросы клиентов 24/7, снижая нагрузку на персонал), no-code и low-code платформы (дают возможность создавать собственные IT-решения без глубоких знаний программирования), сервисы аналитики маркетплейсов в электронной коммерции, разнообразные финтех-решения (онлайн-бухгалтерия, электронные платежи, сервисы для управления финансами) и т.п.

Несмотря на рост сектора МСП в России, уровень цифровой зрелости по результатам 2025 г. остаётся неоднородным. Хотя 70 % компаний признают важность цифровой трансформации, лишь 16 % успешно использовали современные технологии; 72 % - демонстрировали средний уровень владения ими, а 12 % - находились еще только на начальном этапе их освоения. При этом рынок программного обеспечения (ПО) в стране активно развивался, достигнув в 2024 году объема почти в 5 трлн рублей. По имеющимся данным, на рынке было представлено свыше 76 тыс. брендов ПО и 20 тыс. разработчиков, в Реестре российского ПО было зафиксировано 29 256 продуктов [6].

Что касается практического использования IT-инструментов, то в 2025 г. 20 % МСП уже применяли чат-боты; 85 % компаний работали с онлайн-бухгалтерией; 60 % - с платёжными системами. 45 % малых и средних предпрооиятий намерены внедрить ИИ в ближайшие два года; 70 % - внедрить облачные сервисы. 41 % предприятий уже перешли на российские ИТ-решения, отмечая улучшение рабочих процессов [6]. Компании сократили издержки на 20-30 %, 40 % МСП отметили рост клиентской базы, а 30 % - увеличение выручки.

Основными барьерами цифровизации выступают высокая стоимость внедрения (проблема для 65 % компаний), нехватка компетенций, инфраструктурные ограничения и опасения, связанные с кибербезопасностью. Для их преодоления применяются меры государственной поддержки: гранты, SaaS-модели с подпиской, образовательные программы и партнёрские программы с интеграторами [6].

В первом квартале 2025 года сектор МСП получил 236 млрд руб. господдержки, значительная часть которой пошла на цифровизацию. Благодаря гибкости и отсутствию бюрократии малый бизнес осваивает новые решения быстрее крупных компаний [7].

Для государства поддержка МСП – это не просто комплекс мер по развитию бизнеса, это важный стратегический инструмент управления экономикой страны, т.к. малый и средний бизнес создает рабочие места, удовлетворяет конкретные потребности населения на местах, решает социальные задачи [8]. поэтому его поддержка с 2025 г. осуществляется в рамках национального проекта «Эффективная и конкурентная экономика».

Инфраструктурная поддержка МСП (помощь с регистрацией, консультациями, бухгалтерией, поиском мер поддержки, участие в международных выставках) реализуется через ц**ентры «Мой бизнес», центры поддержки экспорта, акселерационные программы** и др. **В оказании помощи активно участвуют Корпорация МСП, АО «МСП Банк», Фонд содействия инновациям, Минэкономразвития, Минсельхоз.**

Финансовая поддержка МСП осуществляется в виде г**рантов, субсидий, льготных кредитов**, н**алоговые льготы,** заключение с**оциального контракта** на открытие собственного дела для малообеспеченных граждан (в размере до 350 тысяч рублей)**.**

Государство поддерживает развитие краудлендинговых платформ, через которые инвесторы предоставляют займы предприятиям малого и среднего бизнеса. Весной 2025 года в программу поддержки Минэкономразвития вошли 11 инвестиционных площадок. По данным Ассоциации операторов инвестиционных платформ (АОИП), за период с начала 2023 г. до начала 2025 года объем инвестиций через краудлендинг вырос почти вдвое: с 14,3 млрд руб. до 27,4 млрд. По прогнозу, к 2028 году он составит уже 179 млрд [8].

Несмотря на то, что с нынешнего года несколько ужесточились условия деятельности МСП (НДС вырос до 22%, а пониженный тариф страховых взносов стал действовать только для предприятий приоритетных отраслей), лимит «зонтичных» льготных кредитов для МСП (госпрограмма поручительства правительства, которая помогает малому и среднему бизнесу получить кредит при отсутствии залогового обеспечения) был увеличен до 200 млрд руб. (150 млрд - инвестиционные кредиты, 50 млрд - оборотные средства; минимальный размер кредита снижен вдвое – до 25 млн руб.) и расширена сфера его действия на туризм, производство, логистику, IT, научно-техническую деятельность, креативные индустрии, проекты в приграничных регионах, малые технологические компании [9]. Разработаны меры поддердки МСП, внедряющим экологические решения. Для самозанятых реализуется эксперимент по добровольному социальному страхованию. Действуют гранты для молодых и социальных предпринимателей, для высокотехнологичных компаний, для женщин-предпринимателей. С 2026 года государственные меры поддержки фермерских хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов сосредоточены в рамках нового федерального проекта «Развитие малого агробизнеса» (объем финансирования в 2026 г. - 14,5 млрд руб.). Минэкономразвитием разработан Навигатор мер поддержки импорта. Реализация решения Правительства об обязанности государственных компаний и крупных госкорпораций закупать часть продукции у малых и средних предприятий дает им возможность выйти на крупный рынок сбыта, заключать долгосрочные контракты и масштабировать бизнес. Для участников СВО, ветеранов боевых действий и членов их семей **разработан проект поддержки «СВОй бизнес»**.

Для достижения национальных целей, поставленных Президентом России до 2030 года, система господдержки МСП будет сосредоточена на качественном росте сектора. Ключевыми показателями станут рост дохода на одного работника субъекта МСП (рост в 1,2 раза больше, чем рост ВВП) и переход предприятий из своей категории в более высокую: из микро - в малый, из малого - в средний, из среднего - в крупный. На поддержку МСП в стране выделило более 308 млрд рублей [10].

Если в общем характеризовать государственную поддержку МСП, то под влиянием факторов внешней и внутренней стрелы в последние годы в подходах к ней наблюдается заметный сдвиг: от универсальных программ «для всех» государство переходит к более адресным и персонализированным решениям, растет значимость долгосрочного финансирования (поддержка оказывается не только на этапе запуска проекта, но и на последующих стадиях развития бизнеса в течение нескольких лет) [8], а завершение перевода взаимодействия государства и бизнеса в цифровой формат может обеспечить его прозрачность и упрощенный доступ к господдержке.

Сектор малого и среднего бизнеса, как уже отмечалось, гибкий и подвижный, в чем и кроется залог его выживания. Это проявляется в быстрой смене тенденций деятельности, умении комбинировать технологии с пониманием потребностей клиента и грамотно выстраивать партнёрства, что обеспечивает предпринимателям конкурентные преимущества [11].

В последнее время малый бизнес все чаще объединяется для совместных проектов: такое партнерство/коллаборация позволяет делить расходы на разработку продукции, маркетинг, внедрение, расширяя возможности участников в условиях ограниченных ресурсов. Это дает возможность молодым компаниям усилить свои позиции, выйти на новые рынки и привлечь дополнительных клиентов. Кроме того, совместная деятельность может привести к генерации новых идей, способов и технологий, которые могут стать катализатором для инноваций.

Важную роль играет демонстрация экологичности при создании продукта или услуги и социальной ответственности. Такой подход (эмоциональный маркетинг) усиливает связь компании с потребителями, повышает уровень доверия последних. Клиенты все чаще выбирают не компанию как таковую, а человека, которому доверяют. Предприниматель, который публично делится опытом, объясняет свои решения, получает признание без рекламного бюджета. Главное - реальный опыт, конкретные кейсы, готовность открыто говорить, в том числе о провалах [7].

Использование эмоций позволяет быстро продвигать свой бренд по соцсетям, что значительно сокращает затраты на традиционный маркетинг. Для малого и среднего бизнеса одним из ключевых трендов становится использование микро-инфлюенсеров для продвижения продукции в конкретные сегменты рынка. Это помогает компаниям сегментировать

аудиторию более точно, используя бюджетные и высокоэффективные стратегии продвижения.

Все чаще МСП применяют гибридный формат работы. Он улучшает условия труда сотрудников, повышает их удовлетворенность, сокращает расходы. Но для этого требуются инвестиции в цифровые технологии, использование соответствующих методов управления и внедрение особой корпоративной культуры. При этих условиях на такой формат работы проще переходить небольшим IT-компаниям, креативным агентствам, ритейлу.

В условиях цифровой трансформации потребители все чаще делают покупки он-лайн. Мобильная коммерция открывает новые возможности МСП не только для увеличения объемов продаж на локальные товары и услуги, но и для получения мгновенной обратной связи, улучшения клиентского опыта за счет персонализированных предложений, учитывающих индивидуальные потребности.

В целом, в настоящее время МСП для успеха деятельности должны учитывать новые реалии и следовать за трендами: разумно внедрять цифровые технологии, сохранять лояльность клиентов, использовать преимущества партнерства и господдержки, фокусироваться на своих преимуществах, которые приносят доход.

Заключение

Подводя общий итог, отметим, что поведение малых и средних предприятий во многом определяется предлагаемыми обстоятельствами – процессами цифровизации, глобальными кризисами, санкционным давлением, структурными сдвигами в экономике, изменением национальной макроэкономической политики. Именно они задают новые правила игры, формируют барьеры и проблемы, заставляют перестраивать бизнес-процессы, искать новые возможности для выживания и развития, учат быть гибкими и адаптивными.

Экономические тренды часто подсказывают потенциально прибыльные отрасли и виды деятельности. Это помогает переориентировать бизнес, найти незанятые ниши, предложить востребованные продукты и услуги.

В настоящее время для отечественных МСП удержание клиентов становится крайне важным. Это заставляет компании фокусироваться на разработке мероприятий по сохранению клиентской аудитории, концентрироваться на качестве продукта или услуги. Вместо быстрого масштабирования – устойчивость, предсказуемость, проверенные клиенты и тщательный отбор проектов становятся основой их деятельности.

Господдержка для малого и среднего бизнеса - это шанс снизить издержки и ускорить развитие, способ выйти на рынок и привлечь инвестиции. В будущем, как и сейчас, меры поддержки будут меняться, гибко отражая происходящие в экономике изменения, не «автоматически», а адресно помогая тем, кто действительно нуждается в помощи. Это следует учитывать малыми и средним предприятиям: следить за изменениями, разбираться в видах и условиях поддержки, использовать все возможности для установления прочного партнерства с государством и крупным бизнесом.

Литература

1. Численность МСП в России обновила исторический максимум и превысила 6,8 млн предприятий. https://www.economy.gov.ru/material/news/chislennost msp v rossii obnovila istoricheskiy maksimum_i_prevysila_68_mln_predpriyatiy.html?ysclid=mrd1xhpk5809901114
2. Шичкин И.А., Умнов В.А. Современные тенденции развития малого и среднего предпринимательства в России. http://elibrary.ru
3. Самозанятые вышли за рамки налогового режима. https://www.ng.ru/economics/2026-07-01/1_9528_autonomy.html
4. Черникова Л.И., Кириолевич С.А., Минкинг Я.Д. Малый и средний бизнес в России: состояние, вызовы, тенденции https://elsu.ru/economy/issues/398/articles/5067/
5. Тренды малого бизнеса в России в 2024-2025. https://blog.skgroups.ru/trendy-malogo-biznesa-v-rossii-v-2024-2025/
6. Электронный ресурс: soware.ru/soware-small-business-digitalization-in-russia-2025.pdf. https://soware.ru (Цифровизация малого бизнеса в России 2025 Аналитический отчёт)
7. Тренды-2026: на что делают ставку МСП. https://rbc.ru (https://www.rbc.ru/industries/news/69525d1a9a794739739f5495?ysclid=mrc8wlbi4388736102)
8. Господдержка бизнеса в 2025 году. https://sravni.ru; (https://www.sravni.ru/text/gospodderzhka-biznesa/)
9. Господдержка МСП в 2026 году: полный гид по льготам, кредитам и грантам. https://selsup.ru (https://selsup.ru/blog/gospodderzhka-msp-v-2026-godu-polnyj-gid-po-lgotam-kreditam-i-grantam/?ysclid=mrhcluufi9131964145)
10. В ближайшие шесть лет на поддержку предпринимательства Правительство страны направит более 308 млрд рублей. https://gshum.cap.ru (https://gshum.cap.ru/news/2024/11/26/v-blizhajshie-shestj-let?ysclid=mrhczgmyrv840901454)
11. Тренды МСП на 2025 год. https://dzen.ru/a/ZxdrzXCcp11ib65D

Features and current trends in the activities of small and medium-sized enterprises in Russia

Abdullayev N.V. oglu

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletovs

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article focuses on the functioning of small and medium-sized enterprises in the Russian Federation. The relevance of this topic is driven by a combination of factors related to the role of this sector in the economy, external challenges, and government policies.

The article presents external and internal factors that influence the activities of small and medium-sized enterprises (SMEs) and shape the current trends in the development of this sector. It also provides statistical data that demonstrate the steady growth of SMEs in Russia, despite the challenging economic conditions.

The article highlights the importance of multilateral support for SMEs from the government and the significance of introducing digital technologies into their business processes. t describes new trends in SME activities in response to global challenges and internal problems.

In conclusion, the paper identifies the areas of activity that are currently most effective for SMEs in terms of maintaining their competitive position.

Keywords: small and medium-sized enterprises, modern economic trends, national development goals of Russia, state support for small and medium-sized businesses, emotional marketing.

References

1. The number of SMEs in Russia has reached a new all-time high, exceeding 6.8 million enterprises. https://www.economy.gov.ru/material/news/chislennost_msp_v_rossii_obnovila_istoricheskiy_maksimum_i_prevysila_68_mln_predpriyatiy.html?ysclid=mrd1xhpk5809901114
2. Shichkin I.A., Umnov V.A. Current trends in the development of small and medium-sized businesses in Russia. http://elibrary.ru
3. Self-employed individuals have gone beyond the tax regime. https://www.ng.ru/economics/2026-07-01/1_9528_autonomy.html
4. Chernikova L.I., Kiriolevich S.A., Minking Ya.D. Small and Medium Businesses in Russia: Status, Challenges, and Trends https://elsu.ru/economy/issues/398/articles/5067/
5. Small Business Trends in Russia in 2024-2025. https://blog.skgroups.ru/trendy-malogo-biznesa-v-rossii-v-2024-2025/
6. Electronic resource: soware.ru/soware-small-business-digitalization-in-russia-2025.pdf. https://soware.ru (Digitalization of Small Businesses in Russia 2025 Analytical Report)
7. Trends for 2026: What SMEs are Focusing on. https://rbc.ru (https://www.rbc.ru/industries/news/69525d1a9a794739739f5495?ysclid=mrc8wlbi4388736102)
8. State support for business in 2025. https://sravni.ru; (https://www.sravni.ru/text/gospodderzhka-biznesa/)
9. State support for SMEs in 2026: a complete guide to benefits, loans, and grants. https://selsup.ru (https://selsup.ru/blog/gospodderzhka-msp-v-2026-godu-polnyj-gid-po-lgotam-kreditam-i-grantam/?ysclid=mrhcluufi9131964145)
10. The Russian government will allocate more than 308 billion rubles to support entrepreneurship over the next six years. https://gshum.cap.ru (https://gshum.cap.ru/news/2024/11/26/v-blizhajshie-shestj-let?ysclid=mrhczgmyrv840901454)
11. SME trends for 2025. https://dzen.ru/a/ZxdrzXCcp11ib65D

Индикативная оценка конкурентоспособности социально-экономической системы региона

Амирова Наталья Алексеевна
аспирантка, кафедра мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет, natalia-m10@mail.ru

В статье предложен прикладной порядок индикативной оценки конкурентоспособности региона как социально-экономической системы. Акцент сделан не на простом сопоставлении субъектов Федерации по отдельным статистическим показателям, а на выявлении того, какие структурные составляющие и воспроизводственные функции формируют устойчивость регионального развития. Методика объединяет блок индикаторов, нормирование разноразмерных данных, расчет групповых и интегральных индексов, а также последующее эконометрическое объяснение вклада отдельных сфер. Полученные результаты могут использоваться для диагностики диспропорций и выбора мер регионального регулирования.
Ключевые слова: конкурентоспособность региона, социально-экономическая система, структурная составляющая, функция, индикатор, групповой индекс, интегральный индекс, регрессионная модель.

Межрегиональная конкуренция усиливается одновременно по нескольким направлениям: за инвестиционные потоки, трудовые ресурсы, технологические решения, инфраструктурные проекты и управленческое внимание федерального уровня. В этих условиях регион целесообразно рассматривать как открытую социально-экономическую систему, в которой результат определяется не суммой отдельных показателей, а качеством их взаимосвязи. Поэтому оценка конкурентоспособности должна показывать не только место территории в рейтинге, но и причины этого положения: какие элементы системы создают запас развития, какие ограничивают его, а какие могут быть преобразованы управленческими решениями [1; 3; 7-16].

Теоретическая база исследования объединяет несколько линий анализа. Ресурсная логика позволяет выделить активы, которые сложно быстро воспроизвести конкурентам [10]. Подход динамических способностей обращает внимание на способность территории и ее институтов перестраивать эти активы при изменении внешней среды [5]. Институциональная перспектива показывает, что даже значительный ресурсный потенциал не дает устойчивого эффекта без правил координации, доверия и снижения трансакционных издержек [7; 17-26]. На региональном уровне эти положения требуют операционализации через статистически наблюдаемые индикаторы и понятные процедуры агрегирования.

Цель исследования заключается в разработке методического инструментария, позволяющего оценить влияние сфер социально-экономической системы на конкурентоспособность региона и интерпретировать выявленные различия. Новизна работы состоит в увязке пяти содержательных сфер развития с четырьмя воспроизводственными функциями, а также в последующем разделении результатов оценки на достигнутые, проблемные и потенциально формируемые преимущества [13].

Методологическая конструкция опирается на системный, структурный, ресурсный, институциональный и сравнительный подходы. Системный подход задает рамку анализа взаимозависимых экономических, социальных и институциональных процессов. Структурный подход позволяет разложить региональную систему на сопоставимые сферы. Ресурсная концепция используется для поиска факторов превосходства, но дополняется идеей динамических способностей, поскольку ресурс превращается в конкурентное преимущество только при наличии механизма его обновления и использования [5]. Институциональный подход необходим для учета правил, организаций и процедур координации, влияющих на инвестиционное поведение и издержки взаимодействия [4].

Эмпирическая апробация методики предполагает использование проверяемых и регулярно обновляемых источников: данных Росстата и территориальных органов статистики, сведений Роспатента, материалов органов исполнительной власти, а также открытых рейтинговых и аналитических публикаций. Такой набор источников обеспечивает воспроизводимость расчетов и возможность межрегионального сравнения.

Перечень индикаторов сформирован исходя из того, что конкурентоспособность региона проявляется через несколько взаимосвязанных сфер: инновационную активность, инвестиционное обеспечение, производственную результативность, качество жизни населения и экологическую устойчивость. Каждая сфера соотнесена с функциями производства, распределения, обмена и потребления, что позволяет оценивать не только наличие ресурсов, но и то, на какой стадии регионального воспроизводства возникают ограничения или преимущества (таблица 1) [8, с. 271-276; 9, с. 44-48].

Таблица 1
Индикаторы влияния сфер социально-экономической системы на конкурентоспособность региона

Функция	Инновации	Инвестиции	Эффективность производства	Уровень жизни населения	Экология
Производство	Научная база и результаты исследований: m1, m2, m3	Финансовое обеспечение организаций: m10	Финансовая устойчивость и отдача активов: m13, m16, m18	Демография, занятость, здоровье, образование и социальная безопасность: m24, m27-m31, m44-m47, m56, m66-m69, m58-m60, m62	Текущая экологическая нагрузка производства: m70, m71
Распределение	Доля затрат на НИОКР в ВРП: m5	Капитальные и внешние инвестиционные	Производительность, масштаб выпуска и финансовые	Занятость, доходы, доступность дошколь-	Восстановление природных ресурсов: m72

		потоки: m8, m9, m11	ограничения: m12, m14, m15, m20	ного образования, бедность и рынок труда: m26, m33, m32, m55, m35-m37, m49, m63, m64	
Обмен	Распространение технологических инноваций: m6	Кредиты банковского сектора на инвестиционные цели	Расчеты, долговая нагрузка и внешнеторговая активность: m19, m22, m23	Миграционный баланс территории: m25	Обновление основных фондов как экологически значимый фактор
Потребление	Коммерциализация интеллектуальных результатов и выпуск инновационной продукции: m7, m4	Платежи, связанные с негативным воздействием на окружающую среду	Рентабельность продаж и ценовые условия инвестирования: m17, m21	Домашнее потребление, жилье, коммунальная инфраструктура, культура, спорт и строительство: m34, m38-m43, m48, m50-m54, m57, m61, m65	Использование воды, образование отходов и их последующая утилизация

Источник: составлено автором

$$M_{r\,n} = \frac{m_{r\,n}}{m_{r\,max}} \quad (2)$$

где $M_{r\,n}$ – стандартизированное значение r-того показателя по n региону;

$m_{r\,n}$ – значение r-того показателя по n региону;

$m_{r\,max}$ и $m_{r\,min}$ – соответственно максимальное и минимальное значение r-того показателя среди рассматриваемых регионов.

где G_{SiFj} - групповой индекс i-той структурной составляющей (S) сфер социально-экономической системы экономики региона по j-той функции (F);

$M_{r\,n}$ - значение r-того показателя, индикатора по n региону по i-той структурной составляющей (S) сфер социально-экономической системы по j-той функции;

k – количество индикаторов j-той функции по i-той структурной составляющей сфер социально-экономической системы

$$I(Si) = \sqrt[i\,5]{\prod_{i=1} (G_{SiFj})}$$

$$I(Fj) = \sqrt[j\,4]{\prod_{j=1} (G_{SiFj})}$$

$I\,(S_i)$ – интегральный индекс i-той структурной составляющей (S) сфер социально-экономической системы экономики региона;

$I\,(F_j)$ - интегральный индекс j-той функции (F);

G_{SiFj} - групповой индекс i-той структурной составляющей (S) сфер социально-экономической системы экономики региона по j-той функции (F)

Источник: составлено автором

Предложенная матрица индикаторов задает единую логику диагностики: строки отражают воспроизводственные функции, а столбцы - ключевые сферы развития территории. Благодаря такой структуре можно увидеть, например, отличается ли проблема низкой конкурентоспособности недостатком инновационного задела, слабой инвестиционной базой, производственной неэффективностью, социальными рисками или экологическими ограничениями. Это делает последующую интерпретацию более адресной.

Для практического применения системы индикаторов разработан алгоритм оценки, состоящий из последовательных аналитических шагов (рисунок 1).

Рисунок 1 – Методика оценки влияния индикаторов сфер социально-экономической системы на конкурентоспособность региона
Источник: составлено автором

В таблице 2 приведена расчетная схема, с помощью которой исходные показатели переводятся в сопоставимый вид, затем агрегируются в групповые индексы и далее объединяются в интегральные оценки по функциям и структурным составляющим региональной системы.

Нормирование необходимо потому, что используемые показатели имеют разные единицы измерения, масштабы и направление влияния. Если рост показателя трактуется как благоприятный для развития территории, его значение соотносится с максимальным уровнем в рассматриваемой совокупности регионов. Если показатель отражает нагрузку или риск, применяется обратная логика: минимальное значение выступает ориентиром, а превышение снижает стандартизированную оценку.

Таблица 2
Методика расчета стандартизированных значений индикаторов, групповых и интегральных индексов в разрезе функций и структурных составляющих социально-экономической системы региона

Стандартизированные значения индикаторов	Групповые индексы	Интегральные индексы
$M_{r\,n} = \frac{m_{r\,n}}{m_{r\,max}}$ (1)	$G_{SiFj} = \frac{\sum M_{r\,n}}{k}$	

Примечание. Индикаторы с положительным и отрицательным направлением влияния нормируются разными способами; это исключает ситуацию, при которой рост социально-экономического риска ошибочно увеличивает итоговую оценку конкурентоспособности.

После стандартизации рассчитываются групповые индексы. Они показывают средний уровень реализации конкретной сферы в рамках выбранной функции и переводят набор разрозненных статистических величин в один сопоставимый показатель. За счет этого инновации, инвестиции, производственная эффективность, качество жизни и экологическое состояние могут анализироваться не изолированно, а в единой функциональной сетке.

Интегральные индексы формируются на основе геометрического агрегирования групповых оценок. Такой способ выбран потому, что он сильнее реагирует на провалы отдельных компонентов и не позволяет высокому значению одного блока полностью скрыть слабость другого. Следовательно, итоговый индекс отражает не только средний уровень развития, но и согласованность элементов социально-экономической системы.

Пороговая интерпретация индексов задана с учетом подходов к оценке территориальной дифференциации и экономической безопасности. А. Г. Гранберг связывает приемлемость различий регионального развития с отклонениями доходов и ВРП на душу населения от среднероссийского уровня [3]. С. Ю. Глазьев при анализе экономической безопасности использует ориентир не ниже 75 % от среднего значения ВВП ведущих государств [6, с. 107-108].

С учетом этих ориентиров интервал 0,75-1,00 рассматривается как зона относительно устойчивой реализации соответствующей функции или структурной составляющей. Значение ниже 0,75 указывает на необходимость дополнительного анализа причин отставания и подготовки мер регулирования. При этом сам индекс не заменяет содержательную диагностику: он служит сигналом, после которого должны быть определены конкретные факторы отклонения.

На следующем этапе оценивается, как изменение интегральных индексов связано с динамикой региональной конкурентоспособности. Для этого строятся регрессионные модели, где зависимой переменной выступает прирост реального ВРП на душу населения, а объясняющими переменными - приросты индексов по сферам и функциям социально-экономической системы.

Эконометрическая часть методики описывает две группы зависимостей: первая показывает вклад структурных составляющих, вторая - вклад воспроизводственных функций в изменение ВРП на душу населения. Модели (3) и (4) задают формальную запись этих зависимостей.

$$\Delta Y = a \cdot \Delta S1 + b \cdot \Delta S2 + c \cdot \Delta S3 + d \cdot \Delta S4 + f \cdot \Delta S5 + e, \quad (3)$$

где ΔY — прирост реального валового регионального продукта на душу населения;

S1 — прирост интегрального индекса функционирования структурной составляющей «Инновации»;

S2 — прирост интегрального индекса функционирования структурной составляющей «Инвестиции»;

S3 — прирост интегрального индекса функционирования структурной составляющей «Эффективность производства»;

S4 — прирост интегрального индекса функционирования структурной составляющей «Уровень жизни населения»;

S5 — прирост интегрального индекса функционирования структурной составляющей «Экология»;

a, b, c, d, f — коэффициенты регрессии при соответствующих факторах; e — свободный член уравнения регрессии.

$$\Delta Y = g \cdot \Delta F1 + h \cdot \Delta F2 + j \cdot \Delta F3 + k \cdot \Delta F4 + m, \quad (4)$$

где ΔY — прирост реального валового регионального продукта на душу населения; F1 — прирост интегрального индекса по функции «Производство»;

F2 — прирост интегрального индекса по функции «Распределение»;

F3 — прирост интегрального индекса по функции «Обмен»;

F4 — прирост интегрального индекса по функции «Потребление»;

g, h, j, k — коэффициенты регрессии при соответствующих факторах; m — свободный член уравнения регрессии.

Большое число индикаторов повышает информативность методики, но одновременно создает риск избыточного включения взаимосвязанных переменных. Поэтому перед построением регрессионных уравнений необходимо проверить факторы на мультиколлинеарность, то есть на наличие сильной линейной зависимости между объясняющими показателями [2].

Если мультиколлинеарность не учесть, коэффициенты модели могут оказаться неустойчивыми: небольшое изменение исходных данных будет заметно менять оценки, а стандартные ошибки возрастут. В такой ситуации затрудняется вывод о самостоятельном влиянии конкретной сферы или функции на конкурентоспособность региона.

Для проверки используется тест Фаррара-Глоубера [2]. По его результатам анализируется матрица частных коэффициентов корреляции. Если связь между двумя переменными превышает 0,7, одна из них исключается или заменяется, чтобы сохранить интерпретируемость итоговой регрессионной модели.

Проверка выполняется отдельно для массивов показателей, сгруппированных по функциям и по структурным составляющим. Такой порядок позволяет не смешивать разные аналитические уровни и выбирать переменные с учетом экономического смысла, а не только статистического критерия. После этого строятся модели и проводится содержательная интерпретация коэффициентов.

Результаты моделирования позволяют определить, какие сферы региональной системы оказывают наибольшее влияние на изменение ВРП на душу населения, а какие остаются ограничителями развития. Если низкие значения интегральных индексов совпадают с высокой значимостью соответствующего фактора в модели, такая сфера получает приоритет при разработке регулирующих мер.

Тем самым методика соединяет индикативную диагностику и эконометрическую проверку влияния факторов. Это позволяет оценивать не только уровень развития отдельных элементов социально-экономической системы, но и их вклад в формирование конкурентоспособности региона.

В результате исследования предложен методический подход, в котором конкурентоспособность региона рассматривается как следствие согласованного функционирования структурных сфер и воспроизводственных функций. Региональная система описывается через показатели инноваций, инвестиций, производственной эффективности, качества жизни и экологии, а итоговая оценка дополняется анализом того, на какой стадии регионального воспроизводства возникает преимущество или ограничение.

Отдельное значение имеет различение ресурса, благоприятного статистического значения и устойчивого конкурентного преимущества. Ресурс становится преимуществом только тогда, когда он дает сравнительное превосходство, сохраняет эффект во времени, трудно копируется другими территориями и может быть использован региональными институтами. Поэтому предложенная последовательность расчетов ориентирована не на формальное ранжирование, а на выявление управленчески значимых зон развития.

Практическая ценность подхода состоит в воспроизводимости расчетов и прозрачности интерпретации. Использование официальных данных, раскрытие формул и фиксация пороговых значений позволяют применять методику для мониторинга региональной политики. Дальнейшее развитие исследования связано с апробацией на конкретном субъекте Российской Федерации, проверкой устойчивости весов и сопоставлением полученных оценок с независимыми рейтингами.

Апробация разработанной методики на массиве данных по 18 субъектам исследуемого макрорегиона за 2010-2024 гг. позволила перейти от описания расчетной процедуры к количественной оценке динамики сфер и функций социально-экономической системы, проверке исследовательской гипотезы и построению панельных регрессионных моделей.

Расчет выполнен на основе массива из 72 показателей по 18 субъектам Приволжского и Уральского федеральных округов за 2010-2024 гг. Перечень показателей, их распределение по пяти сферам и четырем функциям, а также направление нормирования приняты по предоставленным файлам «Индикаторы», «Методика» и приложениям к диссертации.

В качестве базы межрегионального сравнения для каждого показателя и каждого года используется наилучшее значение среди 18 регионов. Для стимуляторов стандартизированное значение определяется отношением фактического показателя к максимальному, а для дестимуляторов - отношением минимального значения к фактическому.

Групповой индекс представляет собой среднее арифметическое стандартизированных значений показателей, относящихся к одной сфере и одной функции. Интегральные индексы по сферам и функциям рассчитаны как средние геометрические только по фактически заполненным сочетаниям матрицы. Такой порядок необходим, поскольку в исходной системе отсутствуют показатели для инвестиционной и экологической сфер по функциям обмена и потребления.

За рассматриваемый период среднее значение интегрального индекса снизилось в четырех из пяти сфер. Наиболее заметное сокращение наблюдается по уровню жизни населения и инвестиционной сфере. Исключением является экология, среднее значение которой увеличилось с 0,172 до 0,195, однако осталось значительно ниже порогового уровня 0,75.

Средние индексы снизились по всем четырем функциям. Наибольшее абсолютное снижение отмечено по функции потребления: с 0,509 до 0,404. В 2024 г. наименьшее среднее значение характерно для функции производства - 0,197.

Порог 0,75 преодолен в единичных случаях: Тюменской областью по инвестиционной сфере (1,000) и уровню жизни населения (0,778), Республикой Мордовия по экологии (0,753), Республикой Татарстан по функции потребления (0,890). По сферам инноваций и эффективности производства, а также по функциям производства, распределения и обмена ни один регион не достиг порога.

Рисунок 2 - Динамика средних интегральных индексов по сферам, 2010-2024 гг.

Рисунок 3 - Сводное ранжирование регионов по пяти сферам в 2024 г.

Наиболее высокие значения в инновационной сфере получены для Нижегородской области (0,647), Республики Татарстан (0,580) и Свердловской области (0,421). В инвестиционной сфере резко выделяется Тюменская область (1,000). По эффективности производства лидируют Тюменская область (0,569), Пермский край (0,525) и Республика Татарстан (0,505). В экологической сфере наивысший индекс имеет Республика Мордовия (0,753).

Сводная позиция рассчитана дополнительно как среднее арифметическое пяти интегральных индексов по сферам и не заменяет показатели,

предусмотренные методикой. Первые позиции занимают Тюменская область (0,527), Республика Татарстан (0,451) и Республика Мордовия (0,377); наиболее низкие значения получены для Курганской области (0,173), Оренбургской области (0,194) и Чувашской Республики (0,221).

Исследовательская гипотеза состоит в том, что в 2010-2024 гг. произошло статистически значимое снижение совокупного уровня реализации функций социально-экономической системы исследуемых регионов. Нулевая гипотеза H0 предполагает, что средний сводный индекс в 2024 г. не ниже уровня 2010 г.; альтернативная гипотеза H1 - что индекс в 2024 г. ниже.

Для проверки использован точный односторонний парный перестановочный тест знаков разностей по 18 регионам при уровне значимости 0,05. Метод не требует предположения о нормальности распределения индексов.

Таблица 6
Результаты проверки основной гипотезы

Показатель	Значение
Средний сводный индекс, 2010 г.	0,348
Средний сводный индекс, 2024 г.	0,301
Среднее абсолютное изменение	-0,048
Относительное изменение	-13,7%
Регионы со снижением	15
Одностороннее p-значение	0,00083
Размер эффекта Cohen's dz	-0,90

Средний сводный индекс снизился с 0,348 до 0,301, то есть на 13,7%. Снижение зафиксировано в 15 из 18 регионов. Полученное p-значение равно 0,00083, поэтому нулевая гипотеза отвергается. Размер эффекта Cohen's dz = -0,90 соответствует сильному эффекту.

После поправки Холма статистически значимое снижение подтверждено для инновационной и инвестиционной сфер, уровня жизни населения, а также функций производства и потребления. Для эффективности производства, экологии, распределения и обмена достаточных статистических оснований для вывода о снижении не получено.

В качестве отдельного результирующего показателя конкурентоспособности используется годовой логарифмический темп прироста ВРП на душу населения. Чтобы исключить механическую зависимость результата от объясняющих переменных, показатель ВРП на душу населения удален из состава индекса эффективности производства, после чего все групповые и интегральные индексы пересчитаны.

Оцениваются две панельные модели в первых разностях: по пяти сферам и по четырем воспроизводственным функциям. Общий вид модели: $\Delta \ln(Yit) = \alpha + \Sigma \beta k \Delta Ikit + \gamma t + \varepsilon it$, где Yit - ВРП на душу населения; ΔIkit - годовое изменение интегрального индекса; γt - годовые фиксированные эффекты. Стандартные ошибки кластеризованы по регионам.

Годовые эффекты поглощают общую номинальную и инфляционную динамику, одинаковую для всех регионов. Однако региональные различия дефляторов полностью устранить невозможно, поскольку в предоставленной базе отсутствует сопоставимый региональный дефлятор ВРП за весь период. Поэтому результат следует интерпретировать как модель относительной динамики номинального ВРП на душу населения, а не как окончательную оценку реального роста (таблица2.97).

Парные корреляции изменений факторов не превышают критического значения 0,7. Значения VIF находятся в диапазоне 1,01-1,07, что свидетельствует об отсутствии выраженной мультиколлинеарности и позволяет сохранить все факторы в моделях (таблица 2.98).

Результаты модели по сферам:

Δln(Yit) = 0.049ΔИнновации + 0.073ΔИнвестиции - 0.047ΔЭффективность + 0.064ΔУровеньЖизни + 0.060ΔЭкология + годовые эффекты

Таблица 6
Оценки коэффициентов: модель по сферам

Фактор	β	Кластерная SE	t	p	Значимость
Инновации	0,0495	0,1383	0,358	0,721	
Инвестиции	0,0730	0,0368	1,984	0,047	**
Эффективность производства	-0,0475	0,0486	-0,978	0,328	
Уровень жизни населения	0,0641	0,1070	0,599	0,549	
Экология	0,0596	0,0261	2,280	0,023	**

При прочих равных условиях увеличение инвестиционного индекса на 0,1 пункта связано с повышением темпа прироста ВРП на душу населения примерно на 0,73 процентного пункта (p = 0,047). Аналогичное увеличение экологического индекса связано с повышением темпа прироста примерно на 0,60 процентного пункта (p = 0,023). Коэффициенты инноваций, эффективности производства и уровня жизни статистически не отличаются от нуля.

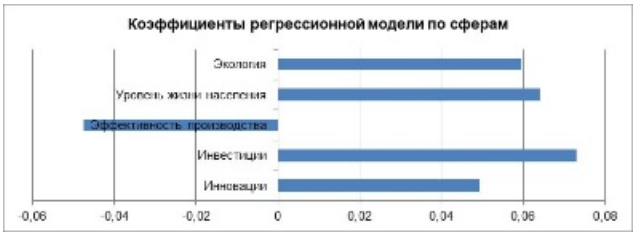


Рисунок 4 - Коэффициенты модели по сферам и 95%-ные доверительные интервалы

Факторы совместно значимы (p = 0,035), однако их добавочная объясняющая способность после учета годов составляет только 0,0016 R^2. Следовательно, статистическая связь присутствует, но основная часть вариации номинального роста определяется общими годовыми шоками.

Результаты модели по функциям:

Δln(Yit) = 0.282ΔПроизводство - 0.090ΔРаспределение + 0.066ΔОбмен - 0.026ΔПотребление + годовые эффекты

Таблица 7
Оценки коэффициентов: модель по функциям

Фактор	β	Кластерная SE	t	p	Значимость
Производство	0,2819	0,1384	2,038	0,042	**
Распределение	-0,0898	0,0379	-2,370	0,018	**
Обмен	0,0665	0,0963	0,691	0,490	
Потребление	-0,0263	0,0572	-0,460	0,646	

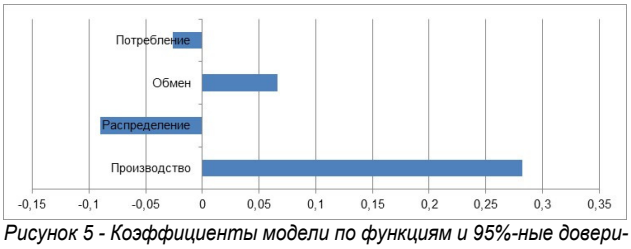


Рисунок 5 - Коэффициенты модели по функциям и 95%-ные доверительные интервалы

Увеличение индекса функции производства на 0,1 пункта связано с ростом темпа прироста ВРП на душу населения примерно на 2,82 процентного пункта (p = 0,042). Для функции распределения получен отрицательный коэффициент: увеличение индекса на 0,1 пункта связано со снижением темпа прироста примерно на 0,90 процентного пункта (p = 0,018). Такой знак может свидетельствовать о функциональной диспропорции или временном лаге отдачи распределительных процессов.

Функции обмена и потребления статистически значимой связи с текущим годовым приростом ВРП не показывают. Факторы функции совместно значимы (p = 0,042), но добавочный R^2 также невелик и составляет 0,0020.

Литература

1. Бакланов П. Я. Территориальные социально-экономические системы в региональном развитии // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 4. С. 7–16.

2. Галочкин В. Т. Эконометрика: учебник и практикум для вузов. М.: Юрайт, 2025. 293 с.

3. Гранберг А. Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. 5-е изд. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. 495 с.

4. Институциональная экономика: новая институциональная экономическая теория: учебник / под общ. ред. А. А. Аузана. М.: ИНФРА-М, 2006. 416 с.

5. Катькало В. С. Эволюция теории стратегического управления. СПб.: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2008. 548 с.

6. Криворотов В. В., Калина А. В., Эриашвили Н. Д. Экономическая безопасность государства и регионов: учебное пособие для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. С. 107–108.

7. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / пер. с англ. А. Н. Нестеренко. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.

8. Оборин М. С. Устойчивое развитие производственных систем в условиях изменений // Экономика 5.0: коллективный интеллект и развитие: материалы VIII Пермского экономического конгресса, Пермь, 01–02 февраля 2024 года. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2024. С. 271–276.

9. Оборин М. С., Клейн Д. А. Развитие инструментов государственного управления в условиях применения программно-целевого подхода // Вестник экономики, права и социологии. 2024. № 2. С. 44–48.

10. Портер М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / пер. с англ. Е. Калининой. М.: Альпина Паблишер, 2008. 720 с.

11. Портер М. Международная конкуренция: конкурентные преимущества стран / пер. с англ. М.: Международные отношения, 1993. 896 с.

12. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: статистический сборник. М.: Росстат, 2024.

13. Фатхутдинов Р. А. Управление конкурентоспособностью организации: учебник. М.: Эксмо, 2005. 544 с.

Indicative Assessment of the Competitiveness of a Region's Socioeconomic System

Amirova N.A.
Perm State National Research University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents an indicative procedure for assessing regional competitiveness through the lens of a socio-economic system. The approach is focused not merely on ranking territories by isolated statistical variables, but on identifying the system components and reproduction functions that shape sustainable regional development. The proposed methodology combines indicators, data normalization, group and integral indices, and regression-based interpretation of factor influence. The results may be applied to reveal imbalances and substantiate regional policy priorities.

Keywords: regional competitiveness, socio-economic system, structural component, function, indicator, group index, integral index, regression model.

References

1. Baklanov, P. Ya. Territorial Socio-Economic Systems in Regional Development. Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series. 2017. No. 4. pp. 7–16.
2. Galochkin, V. T. Econometrics: A Textbook and Workshop for Universities. Moscow: Yurait, 2025. 293 p.
3. Granberg, A. G. Fundamentals of Regional Economics: A Textbook for Universities. 5th ed. Moscow: HSE Publishing House, 2006. 495 p.
4. Institutional Economics: A New Institutional Economic Theory: A Textbook. Ed. by A. A. Auzan. Moscow: INFRA-M, 2006. 416 p.
5. Katkalo, V. S. Evolution of Strategic Management Theory. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 2008. 548 p.
6. Krivorot V. V., Kalina A. V., Eriashvili N. D. Economic Security of the State and Regions: A Textbook for University Students. Moscow: UNITY-DANA, 2015. pp. 107–108.
7. North D. Institutions, Institutional Changes, and the Functioning of the Economy / translated from English by A. N. Nesterenko. Moscow: Fund of Economic Books "Nachala", 1997. 180 p.
8. Oborin M. S. Sustainable Development of Production Systems in the Context of Change // Economy 5.0: Collective Intelligence and Development: Proceedings of the VIII Perm Economic Congress, Perm, February 1–2, 2024. Perm: Perm State National Research University, 2024. Pp. 271–276.
9. Oborin, M. S., Klein, D. A. “Development of Public Administration Instruments in the Context of Applying the Program-Targeted Approach” // Bulletin of Economics, Law, and Sociology. 2024. No. 2. Pp. 44–48.
10. Porter, M. “Competitive Advantage: How to Achieve High Results and Ensure Their Sustainability” / translated from English by E. Kalinina. Moscow: Alpina Publisher, 2008. 720 p.
11. Porter, M. “International Competition: Competitive Advantages of Countries” / translated from English. Moscow: International Relations, 1993. 896 p.
12. Regions of Russia. Socio-Economic Indicators. 2024: Statistical Digest. M.: Rosstat, 2024.
13. Fatkhutdinov R. A. Managing the Competitiveness of an Organization: textbook. M.: Eksmo, 2005. 544 p.

Цифровая архитектура синхронизации медицинских данных как элемент совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития региона

Бароков Азамат Заурбекович
аспирант, факультет экономики, управления и права, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Barokov@mail.ru

В статье рассматривается цифровая архитектура синхронизации медицинских данных как элемент совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития региона. Актуальность исследования обусловлена тем, что данные о медицинских услугах, назначениях, потребности населения и деятельности частного сектора здравоохранения формируются в разных информационных системах и не всегда используются в едином региональном контуре управления. Это снижает качество оценки состояния отрасли, усложняет планирование расходов обязательного медицинского страхования, закупок лекарственных препаратов, медицинских изделий и расходных материалов, а также ограничивает достоверность отраслевого мониторинга. Цель статьи состоит в разработке организационно-экономического подхода к построению архитектуры синхронизации данных, обеспечивающей движение сведений от первичного источника к региональному управленческому решению. Методологическую основу составили системный, процессный, институциональный и сравнительный подходы, а также нормативный анализ и структурное моделирование. Научная новизна заключается в обосновании архитектуры синхронизации медицинских данных как элемента авторской темы совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития. Предложены уровни интеграции данных, включающие источник сведений, унифицированный набор ключевых данных, API-обмен, ETL-процедуры, региональное хранилище аналитических данных и управленческий контур принятия решений. Практическая значимость состоит в возможности использования предложенного подхода при развитии регионального мониторинга здравоохранения, планировании закупок, оценке фактической потребности населения и повышении прозрачности отраслевого учета.

Ключевые слова: мониторинг социально-экономического развития, региональная экономика, отраслевая экономика здравоохранения, медицинские данные, синхронизация данных, обязательное медицинское страхование, закупочное планирование, цифровая архитектура, Data Lake, ETL, API.

Введение

Совершенствование инструментария мониторинга социально-экономического развития является одной из значимых задач регионального управления. Современный субъект Российской Федерации располагает большим объемом статистических, ведомственных, бюджетных и отраслевых данных, однако наличие данных само по себе не гарантирует качества управленческого решения. Для мониторинга важно обеспечить их сопоставимость, проверяемость, своевременное поступление и связь с управленческим действием.

Особое значение указанная проблема приобретает в сфере здравоохранения. Данная отрасль влияет на человеческий капитал, трудовой потенциал, бюджетные расходы, расходы обязательного медицинского страхования, потребность в лекарственных препаратах, медицинских изделиях, расходных материалах и инфраструктуре. Поэтому качество отраслевого мониторинга здравоохранения имеет прямое значение для оценки социально-экономического развития региона.

В действующей практике данные о пациенте, медицинской услуге, назначении, источнике оплаты, льготном статусе и фактической потребности могут формироваться в разных информационных системах. Государственные, муниципальные и частные медицинские организации используют различные программные решения, а при отсутствии единой структуры ключевых сведений такие данные не всегда попадают в региональный управленческий контур.

Цель исследования состоит в разработке подхода к цифровой архитектуре синхронизации медицинских данных как элементу совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития региона. Для достижения цели определены ограничения действующего порядка работы с медицинскими данными, раскрыто место синхронизации данных в системе региональной и отраслевой экономики, сформирована архитектурная модель, включающая Data Lake, ETL и API, а также определены ожидаемые эффекты для закупок, обязательного медицинского страхования и оценки потребности населения.

Материалы и методы

Методологическую основу исследования составили системный, процессный, институциональный и структурно-функциональный подходы. Системный подход позволил рассмотреть медицинские данные как часть информационной основы мониторинга социально-экономического развития региона. Процессный подход применен для описания движения данных от первичной медицинской организации к региональному управленческому решению. Институциональный подход использован при анализе распределения ответственности между медицинскими организациями, операторами информационных систем, органами управления здравоохранением, участниками системы обязательного медицинского страхования и гражданами.

Информационную основу исследования составили положения законодательства о стратегическом планировании, охране здоровья граждан, обязательном медицинском страховании, информации, государственных услугах и персональных данных. В статье применены методы нормативного анализа, сравнительного анализа, логического моделирования и систематизации. Структурное моделирование использовано для построения архитектуры синхронизации данных, включающей источники, унифицированный набор данных, API-обмен, ETL-процедуры, аналитическое хранилище и управленческий контур.

Синхронизация медицинских данных в логике специальности 5.2.3

Научная специальность 5.2.3 ориентирована на исследование региональной и отраслевой экономики. В этой связи анализ медицинских данных может соответствовать специальности только при условии, что он раскрывает экономико-управленческие аспекты развития отрасли, а не клинические вопросы лечения. В настоящей статье такой фокус выдерживается через рассмотрение здравоохранения как отрасли социальной сферы региона, в которой формируются бюджетные расходы, страховые расходы, закупочная потребность, частный сектор услуг и показатели качества жизни населения.

Отсутствие синхронизации данных в медицинском секторе влияет на несколько экономических процессов. Во-первых, оно ограничивает точность

оценки фактической потребности населения. Во-вторых, снижает обоснованность планирования закупок лекарственных препаратов, медицинских изделий и расходных материалов. В-третьих, затрудняет проверку факта оказания услуг и анализ расходов обязательного медицинского страхования. В-четвертых, не позволяет в полной мере учитывать данные частных медицинских организаций при оценке состояния отрасли.

Следовательно, цифровая архитектура синхронизации медицинских данных в рамках данной статьи рассматривается как организационно-экономический инструмент. Ее назначение состоит не в автоматизации медицинской документации как таковой, а в создании управляемого информационного контура, позволяющего региональным органам власти видеть более достоверную картину состояния отрасли, планировать ресурсы и принимать решения на основе проверенных данных.

Таким образом, цифровая архитектура синхронизации медицинских данных соответствует специальности 5.2.3, поскольку раскрывает вопросы региональной и отраслевой экономики, связанные с управлением отраслью здравоохранения, планированием расходов, учетом частного сектора, повышением качества мониторинга и использованием данных при принятии управленческих решений.

Ограничения действующего порядка работы с медицинскими данными

Медицинские данные имеют неоднородную природу. Часть сведений формируется в государственных и муниципальных медицинских организациях. Часть данных возникает в частном секторе. Отдельный массив относится к обязательному медицинскому страхованию. Дополнительные сведения могут отражаться в региональных медицинских информационных системах, сервисах записи, лабораторных системах, системах учета лекарственного обеспечения и личных кабинетах граждан.

Проблема состоит не в самом факте существования разных информационных систем. Для крупной отрасли это естественно. Ограничение возникает тогда, когда разные системы ведут ключевые сведения в разных форматах и не передают их в сопоставимом виде в региональный управленческий контур. В результате данные существуют, но не всегда используются как единая основа для анализа потребности населения, планирования ресурсов и контроля результатов.

Для медицинской организации первичная запись часто имеет операционное значение. Она нужна врачу, администратору, регистратуре, бухгалтерии или страховой системе. Для органа управления значение имеет иной уровень анализа. Ему необходимо понимать, какие услуги реально оказаны, какие назначения формируют будущую закупочную потребность, какие группы населения нуждаются в поддержке, какие организации создают основную нагрузку и какие расходы должны быть запланированы.

При отсутствии синхронизации между этими уровнями возникает разрыв между медицинским фактом и управленческим решением. Назначение может быть сделано, но не стать основанием для оценки будущей потребности. Услуга может быть отражена в одной системе, но не сопоставлена с другими источниками. Частная медицинская организация может оказать значимый объем услуг, но эти сведения не всегда учитываются в отраслевом мониторинге региона.

Таблица 1
Ограничения обмена данными и их значение для регионального управления

Ограничение	Как проявляется	Экономико-управленческое последствие
Разные формы учета	медицинские организации фиксируют сведения в собственных программных решениях	данные сложно сопоставлять и использовать для общего мониторинга
Неполная передача сведений	часть информации остается внутри организации или отдельной системы	регион не видит часть фактической потребности и нагрузки
Недостаточная проверяемость услуг	запись об услуге не всегда сопоставляется с иными источниками	возникает риск недостоверной оценки объемов медицинской помощи
Слабая связь с закупками	назначения и потребность не всегда автоматически попадают в контур планирования	закупки могут формироваться на основе неполной информации
Неполный учет частного сектора	данные частных медицинских организаций не всегда включены в общий анализ	ограничивается оценка структуры отрасли и рынка услуг
Позднее управленческое реагирование	данные поступают через отчетные формы после дополнительной обработки	решения принимаются после развития проблемы

Авторская архитектура синхронизации данных

В рамках авторской темы синхронизация медицинских данных рассматривается как многоуровневая архитектура движения сведений от первичного источника к региональному управленческому решению. Ее смысл состоит не в создании единой базы всех медицинских сведений, а в формировании правил передачи ключевых данных между медицинскими организациями, системой обязательного медицинского страхования, региональными информационными системами и органом управления. Архитектура включает источники данных, единую учетную структуру, API-обмен, ETL-процедуры, аналитическое хранилище и управленческий контур, в котором данные используются для корректировки закупок, финансового планирования, контроля расходов и оценки потребности населения.

Таблица 2
Уровни авторской архитектуры синхронизации медицинских данных

Уровень	Содержание	Значение для мониторинга
Источник данных	государственные, муниципальные и частные медицинские организации, ОМС, региональные системы	формирование первичной информации о факте услуги и потребности
Единая учетная структура	обязательный состав ключевых сведений для передачи	сопоставимость данных между участниками отрасли
API-обмен	регламентированная передача сведений между системами	снижение зависимости от ручной отчетности
ETL-процедуры	извлечение, преобразование и загрузка данных	проверка полноты, качества и сопоставимости
Data Lake	накопление разнотипных данных в аналитическом контуре	подготовка основы для отраслевого анализа и прогнозирования
Управленческий контур	использование данных для решений	переход от наблюдения к управлению развитием отрасли

Единая учетная форма карты пациента как элемент отраслевого мониторинга

Единая учетная форма карты пациента в разработанной архитектуре выступает не только медицинским документом, но и элементом отраслевого мониторинга. Ее назначение состоит в том, чтобы определить минимальный состав ключевых сведений, обязательных для передачи независимо от того, где была оказана услуга. Это может быть государственная поликлиника, больница, частная клиника, лаборатория или иная медицинская организация.

Важно подчеркнуть, что единая учетная форма не означает запрет на использование разных программных продуктов. Организации могут сохранять собственные информационные системы, если они обеспечивают передачу ключевых данных в установленном формате. Таким образом, унифицируется не внутренняя программа медицинской организации, а управленчески значимая структура данных.

Для регионального мониторинга такая форма имеет несколько эффектов. Она позволяет учитывать фактическую нагрузку на отрасль, видеть назначения, формирующие будущую потребность, сопоставлять услуги с источниками оплаты, анализировать роль частного сектора и повышать достоверность сведений для закупочного планирования. Кроме того, единая форма снижает риск повторного сбора данных, которые уже были созданы в другой организации.

Ключевой принцип состоит в том, что медицинский факт должен превращаться в управленческий сигнал. Если врач делает назначение, которое может быть обеспечено за счет обязательного медицинского страхования или региональной меры поддержки, система должна передавать сведения в контур проверки права, планирования ресурса и уведомления гражданина. В таком случае мониторинг не просто описывает прошлое состояние отрасли, а помогает организовать последующее действие.

Таблица 3
Ключевые сведения единой учетной формы для целей мониторинга

Группа сведений	Назначение для медицинской организации	Назначение для регионального управления
Факт обращения и услуги	отражение события оказания помощи	оценка фактического объема услуг
Назначение	фиксация решения врача	формирование будущей потребности в ресурсах
Источник оплаты	учет ОМС, бюджета или оплаты гражданина	анализ структуры финансовых потоков
Льготное основание	учет права на поддержку	планирование расходов и закупок
Результат оказания услуги	ведение медицинской истории	оценка результативности отраслевых мероприятий
Подтверждение гражданина	обратная связь по сведениям о себе	повышение проверяемости данных

Связь синхронизации данных с обязательным медицинским страхованием и закупками

Одним из наиболее значимых направлений применения разработанной архитектуры является связь медицинских назначений с обязательным медицинским страхованием, региональными закупками и уведомлением гражданина. В традиционной модели эти элементы могут существовать последовательно, но не всегда связаны в едином цифровом процессе. Врач делает назначение, затем гражданин или организация собирают документы, далее информация передается в соответствующий орган, после чего начинается закупочная или финансовая процедура.

Авторский подход предусматривает иную последовательность. Назначение фиксируется в единой учетной структуре. Система проверяет, может ли соответствующая услуга, лекарственный препарат, медицинское изделие или иной ресурс быть предоставлен за счет обязательного медицинского страхования или региональной меры поддержки. При подтверждении основания сведения передаются в контур закупочного или финансового планирования. Гражданин получает уведомление через цифровой сервис о наличии основания и дальнейших действиях.

Такой механизм имеет экономическое значение. Он позволяет формировать закупочную потребность не только на основе прошлогоднего потребления и заявок учреждений, но и на основе фактических назначений. Это особенно важно для лекарственных препаратов, расходных материалов, медицинских изделий и услуг, потребность в которых зависит от структуры заболеваний, демографии, маршрутизации пациентов и активности частного сектора.

Для обязательного медицинского страхования синхронизация данных повышает проверяемость сведений. Запись об услуге может сопоставляться с данными медицинской организации, источником оплаты и подтверждением гражданина. Это создает предпосылки для снижения риска недостоверных записей и повышения качества контроля расходов.

Таблица 4
Движение данных от назначения к управленческому решению

Этап	Содержание	Управленческий результат
Назначение	медицинская организация фиксирует назначение в единой структуре	появляется первичный сигнал о потребности
Проверка права	система сопоставляет назначение с ОМС или мерой поддержки	определяется источник обеспечения
Передача сведений	данные направляются в региональный контур планирования	формируется основание для закупки или оплаты
Уведомление гражданина	гражданин получает сведения о дальнейшем маршруте	повышается прозрачность получения услуги
Аналитика	данные накапливаются в отраслевом мониторинге	уточняется прогноз потребности
Решение	орган управления корректирует закупки, финансирование или программу	мониторинг завершается управленческим действием

Ожидаемые эффекты для мониторинга социально-экономического развития региона

Ожидаемые эффекты внедрения архитектуры синхронизации медицинских данных связаны с повышением полноты, сопоставимости и проверяемости отраслевой информации. Для регионального управления это означает возможность учитывать фактический объем медицинских услуг, назначения, потребность населения, данные частного сектора и сведения обязательного медицинского страхования в едином аналитическом контуре. Такой подход повышает обоснованность закупочного планирования, улучшает контроль расходов, снижает риск использования недостоверных записей и переводит мониторинг из режима сбора отчетных показателей в режим управляемого движения данных от источника к решению.

В качестве основных критериев оценки могут использоваться доля проверенных записей, отклонение закупочного плана от фактической потребности, доля частных организаций, передающих сведения, а также срок от выявления сигнала до управленческого действия.

Обсуждение результатов

Предложенная архитектура не предполагает замену всех действующих медицинских информационных систем одной платформой. Более обоснованным является развитие совместимости через единый состав ключевых данных, регламентированный обмен, ETL-процедуры и аналитический контур. Это позволяет сохранить автономию государственных, муниципальных и частных медицинских организаций, но обеспечить единые требования к данным для целей регионального мониторинга.

Внедрение модели требует закрепления правового режима обработки персональных и медицинских данных, определения минимального перечня ключевых сведений, распределения ответственности за качество данных, а также обеспечения технической совместимости систем и защиты каналов обмена.

Практическое внедрение целесообразно осуществлять поэтапно: сначала утвердить минимальный набор данных, затем провести пилотный обмен между медицинскими организациями, после этого связать синхронизацию с ОМС, закупочным планированием и уведомлением гражданина. В научном отношении предложенный подход развивает авторскую тему и может быть применен в иных сферах регионального управления, включая социальную защиту, образование, занятость и жилищно-коммунальное хозяйство.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что цифровая архитектура синхронизации медицинских данных является значимым элементом совершенствования инструментария мониторинга социально-экономического развития региона. Ее значение выходит за пределы медицинской документации и связано с региональной экономикой, отраслевым управлением, обязательным медицинским страхованием, закупочным планированием и оценкой потребности населения.

Основное ограничение действующей практики состоит в том, что медицинские данные формируются в разных системах и не всегда передаются в едином управленческом контуре. Предложенная архитектура, включающая источники данных, единую учетную структуру, API-обмен, ETL-процедуры, аналитическое хранилище и управленческий контур, позволяет рассматривать данные не как статичный массив, а как движение от первичного события к управленческому решению.

Полученные результаты соответствуют специальности 5.2.3, поскольку раскрывают вопросы региональной и отраслевой экономики, связанные с управлением отраслью здравоохранения, качеством мониторинга, использованием данных для планирования расходов и повышением результативности решений субъекта Российской Федерации.

Литература

1. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».
2. Федеральный закон от 29.11.2010 № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».
4. Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг».
5. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
6. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных».
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 09.02.2022 № 140 «О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения».
8. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».
9. OECD. The Path to Becoming a Data-Driven Public Sector. Paris, OECD Publishing, 2019.
10. OECD. Digital Government Review. Towards Data-Driven Public Sector. Paris, OECD Publishing, 2020.
11. United Nations. E-Government Survey 2024. Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development. New York, 2024.
12. World Bank. World Development Report 2021. Data for Better Lives. Washington, 2021.
13. Mandel J.C., Kreda D.A., Mandl K.D., Kohane I.S., Ramoni R.B. SMART on FHIR. A Standards-Based, Interoperable Apps Platform for Electronic Health Records. Journal of the American Medical Informatics Association. 2016. Vol. 23. № 5. P. 899-908.
14. Adler-Milstein J., Holmgren A.J. Health Information Exchange and Interoperability. Health Affairs. 2021. Vol. 40. № 6. P. 915-923.
15. Khatri V., Brown C.V. Designing Data Governance. Communications of the ACM. 2010. Vol. 53. № 1. P. 148-152.
16. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A. Benefits, Adoption Barriers and Myths of Open Data and Open Government. Information Systems Management. 2012. Vol. 29. № 4. P. 258-268.
17. Шабуневич О.В. Сущность и содержание инструментария мониторинга социально-экономического развития регионов // Вестник МИРБИС. 2023. № 4. С. 88-92.

18. Фаттахов Р.В., Пивоварова О.В. Совершенствование системы мониторинга социально-экономического развития муниципального образования // Управленческие науки. 2023. Т. 13. № 3. С. 6-20. DOI 10.26794/2304-022X-2023-13-3-6-20.

19. Шпакова Р.Н., Городецкий Д.И. Стратегии социально-экономического развития регионов Российской Федерации: мониторинг и контроль реализации // Государственное управление. Электронный вестник. 2023. № 99. С. 131-143. DOI 10.24412/2070-1381-2023-99-131-143.

Digital architecture for synchronizing medical data as an element of improving the tools for monitoring regional socio-economic development

Barokov A.Z.

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the digital architecture for synchronizing medical data as an element of improving the tools for monitoring regional socio-economic development. The relevance of the study is determined by the fact that data on medical services, prescriptions, population needs and private healthcare providers are generated in different information systems and are not always used within a single regional management framework. This reduces the quality of sectoral assessment, complicates planning of compulsory health insurance expenditures, procurement of medicines, medical devices and consumables, and limits the reliability of regional monitoring. The purpose of the article is to develop an organizational and economic approach to a data synchronization architecture that ensures the movement of information from the primary source to the regional management decision. The methodological basis includes system, process, institutional and comparative approaches, as well as regulatory analysis and structural modeling. The scientific novelty lies in substantiating the architecture of medical data synchronization as an element of improving the tools for monitoring socio-economic development. The proposed approach includes several integration levels, such as the data source, a unified set of key data, API exchange, ETL procedures, a regional analytical data repository and a decision-making management circuit. The practical significance consists in the possibility of using the proposed approach to improve regional healthcare monitoring, procurement planning, assessment of population needs and transparency of sectoral accounting.

Keywords: socio-economic development monitoring, regional economy, healthcare sector economy, medical data, data synchronization, compulsory health insurance, procurement planning, digital architecture, Data Lake, ETL, API.

References

1. Federal Law No. 323-FZ of November 21, 2011 “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation”.
2. Federal Law No. 326-FZ of November 29, 2010 «On Compulsory Health Insurance in the Russian Federation».
3. Federal Law No. 172-FZ of June 28, 2014 «On Strategic Planning in the Russian Federation».
4. Federal Law No. 210-FZ of July 27, 2010 «On the Organization of the Provision of State and Municipal Services».
5. Federal Law No. 149-FZ of July 27, 2006 «On Information, Information Technologies and Information Protection».
6. Federal Law No. 152-FZ of July 27, 2006 «On Personal Data».
7. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 140 of February 9, 2022 «On the Unified State Information System in the Field of Healthcare».
8. Decree of the President of the Russian Federation No. 309 of May 7, 2024 «On the National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Perspective up to 2036».
9. OECD. The Path to Becoming a Data-Driven Public Sector. Paris, OECD Publishing, 2019.
10. OECD. Digital Government Review. Towards Data-Driven Public Sector. Paris, OECD Publishing, 2020.
11. United Nations. E-Government Survey 2024. Accelerating Digital Transformation for Sustainable Development. New York, 2024.
12. World Bank. World Development Report 2021. Data for Better Lives. Washington, 2021.
13. Mandel J. C., Kreda D. A., Mandl K. D., Kohane I. S., Ramoni R. B. SMART on FHIR. A Standards-Based, Interoperable Apps Platform for Electronic Health Records. Journal of the American Medical Informatics Association. 2016. Vol. 23. No. 5. pp. 899-908.
14. Adler-Milstein J., Holmgren A. J. Health Information Exchange and Interoperability. Health Affairs. 2021. Vol. 40. No. 6. pp. 915-923.
15. Khatri V., Brown C. V. Designing Data Governance. Communications of the ACM. 2010. Vol. 53. No. 1. pp. 148-152.
16. Janssen M., Charalabidis Y., Zuiderwijk A. Benefits, Adoption Barriers and Myths of Open Data and Open Government. Information Systems Management. 2012. Vol. 29. No. 4. pp. 258-268.
17. Shabunevich O. V. The Essence and Content of Tools for Monitoring Socio-Economic Development of Regions. MIRBIS Bulletin. 2023. No. 4. pp. 88-92.
18. Fattakhov R. V., Pivovarova O. V. Improvement of the Monitoring System of Socio-Economic Development of a Municipality. Management Sciences. 2023. Vol. 13. No. 3. pp. 6-20. DOI 10.26794/2304-022X-2023-13-3-6-20.
19. Shpakova R. N., Gorodetsky D. I. Strategies for Socio-Economic Development of the Regions of the Russian Federation: Monitoring and Control of Implementation. Public Administration. Electronic Bulletin. 2023. No. 99. pp. 131-143. DOI 10.24412/2070-1381-2023-99-131-143.

Цифровая модель функционирования особых экономических зон как инструмент финансирования региональных проектов

Барыкина Юлия Николаевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, barykinayn@mail.ru

В статье исследуются теоретико-методологические основы цифровой трансформации функционирования ОЭЗ как инструмента регионального развития. На основе анализа отечественных и зарубежных научных подходов выявлена проблема отсутствия комплексного теоретико-методологического представления об ОЭЗ как цифровых платформенных экосистем. Предложена авторская цифровая модель функционирования ОЭЗ, раскрывающая их роль как института цифровой координации регионального развития. В рамках авторской модели ОЭЗ рассматриваются не только как территория со специально экономико-правовым режимом, но и как интегрированная цифровая среда, обеспечивающая взаимодействие резидентов, инвесторов, банков, институтов развития, органов государственной власти, фискальных и таможенных органов. На основании предложенной модели, автором уточнено содержание понятия «особая экономическая зона» с учетом цифровизации, платформенных механизмов финансирования, применения преференций и реализации региональных инновационных проектов.

Ключевые слова: регион, экономика, цифровизация, особая экономическая зона, финансирование, региональный проект, налоговые льготы, региональное развитие, цифровая платформа.

В настоящее время ОЭЗ выступают одним из ключевых инструментов государственной политики, направленной на стимулирование инвестиционной активности, развитие новых производств, поддержку технологического предпринимательства и структурную трансформацию региональной экономики [5]. Значение ОЭЗ возрастает в связи с необходимостью формирования устойчивых механизмов финансирования региональных инновационных проектов, способных обеспечивать не только привлечение капитала, но и сопровождение полного жизненного цикла технологических инициатив начиная с проектной идеи, отбором резидента и заканчивая коммерциализацией новых решений, а также оценкой их влияния на социально-экономическое развитие территории [6].

Актуальность исследования заключается в изменении традиционной модели функционирования ОЭЗ, которая основывается на предоставлении налоговых, таможенных, инфраструктурных и административных льгот. В условиях цифровой трансформации данная модель уже не полной мере обеспечивает эффективное сопровождение инвестиционных и инновационных процессов, поскольку требует не только сохранения льготного режима, но и формирования единой цифровой среды взаимодействия всех участников ОЭЗ.

Исследуя развитие отдельных цифровых сервисов, инвестиционных порталов и цифровых механизмов, следует отметить, что действующая практика цифровизации ОЭЗ сохраняет неоднозначный характер [7]. Так, используемые инструменты, как правило, направлены на решение только административных задач, таких как подача заявок, загрузка документов, первичное взаимодействие резидентов с управляющими компаниями и получение доступа к отдельным мерам государственной поддержки [8]. Вместе с тем они не обеспечивают комплексной интеграции процессов финансирования, применения налоговых и таможенных преференций, межведомственного обмена данными, мониторинга реализации проектов и взаимодействия с финансовыми институтами [9].

В научной литературе заметный вклад в осмысление цифровизации ОЭЗ и инвестиционных сервисов вносят, прежде всего, Е.Е. Панфилова, Л.С. Сагдеева, Р.У. Культуманов, Е.Б. Рогатных, О.И. Карпова и др [17,18,20,21]. Так, в научной статье Е.Е. Панфиловой, посвященной влиянию цифровой трансформации на развитие ОЭЗ, цифровизация рассматривается как «фактор изменения самой модели функционирования зон, причем во взаимосвязи воздействия внешней среды и участников особой территории» [20]. Р.У. Культуманов, судя по постановке проблемы в его работах о цифровизации управления ОЭЗ, обращает внимание на повышении эффективности взаимодействия органов власти и бизнеса [18]. Тем самым оба исследователя переводят обсуждение от классических льгот к цифровому управлению режимом зоны, но еще не доходят до анализа платформенного финансирования и автоматизированного применения преференций резидентов [19].

В свою очередь, работа Л.С. Сагдеевой о реализации концепции цифровой экономики на инвестиционном портале региона важна тем, что трактует инвестиционный портал не как определенную «витрину» [22], а как механизм привлечения инвестиций и цифровой сопровождения инвестора. Близкую линию проводит А.С. Нечаев, рассматривая инвестиционный портал как инструмент активной коммуникации и обмена данными с инвесторами, способный влиять на инвестиционную привлекательность региона [10]. Исследования данных авторов полезны для понимания того, как цифровые сервисы снижают информационные ограничения и упрощают доступ к поддержке, однако в них ОЭЗ не анализируются как самостоятельный цифровой финансово-правовой режим, где платформа должна не только информировать, но и обеспечивать сквозное сопровождение применения льгот, отбора проектов и движения капитала [14].

Следует отметить и существенный вклад в понимание цифровых сервисов трансграничного и таможенного характера вносят труды Е.Б. Рогатных [21] и О.И. Карпова [17], а также Нечаева А.С и др. [23]. Так, например, Е.Б. Рогатных показывает, что внедрение системы «единого окна» в международной торговле повышает эффективность обмена информацией между бизнесом и государством, сокращает время и издержки внешнеторговых операций и особенно значимо для стран БРИКС [21]. Также О.И. Карпова, анализируя административный режим единого окна ЕАЭС, подчеркивает выгоды однократной загрузки данных, безбумажного взаимодействия, ускорения таможенной очистки и сокращения затрат, но одновременно фиксирует ключевые ограничения, такие как

недостаточная правовая база, несовместимость информационных систем, различие электронных документов и низкий уровень интеграции национальных систем данного режима [17].

Наряду с отечественными научными источниками в зарубежной литературе существенный вклад в исследование цифровизации и трансформации механизмов функционирования ОЭЗ внесли такие ученые, как Д. Чжихуа Зэн, Р. Нарула, ДЖ. Жан, Х. Шольта, А. Бергер, а также С. Фрик и А. Родригез-Позе [1,3,4,11,12,13,16]. Так, Д. Чжихуа Зэн акцентирует внимание на значении сервисов «единого окна», обеспечивающих упрощение процедур регистрации и лицензирования [16]. По нашему мнению, подход Д.Чжихуя Зэна ограничивается в рамках административной функции, не затрагивая применение финансовых методов и применение особых режимов в условиях цифровизации [2]. Наряду с Д. Чжихуа Зэн другие зарубежные авторы, такие как Р. Нарула и Дж. Жан говорят о необходимости цифровой трансформации операционных моделей ОЭЗ, отмечая, что на сегодняшний день недостаточно разработаны механизмы цифровизации.

Безусловно, зарубежные исследователи внесли существенный вклад в области развития и функционирования зон с особым статусом. Тем не менее по-прежнему имеется отсутствие комплексного теоретико-методологического подхода к совершенствованию механизмов для развития ОЭЗ как цифровых платформенных экосистем. Полагаем, что цифровая платформенная экосистема позволила бы применить финансовые, правовые, организационные и технологические механизмы реализации региональных проектов.

На наш взгляд решение данной проблемы требует перехода от понимания ОЭЗ как территории с набором имеющихся льгот к их трактовке как особого экономико-правового режима, способного обеспечивать цифровую координацию взаимодействия государства, бизнеса, институтов развития, инвесторов, финансовых организаций, фискальных и таможенных органов [15].

Исходя из теоретических основ развития ОЭЗ в условиях цифровой трансформации целесообразно использовать модель функционирования ОЭЗ на основе цифровой платформы. На наш взгляд необходимость построения обусловлена тем, что действующие цифровые сервисы, применяемые в рамках ОЭЗ, в основном ограничиваются административным сопровождением резидентов и не обеспечивают комплексного агрегирования процессов финансирования, применения налоговых и таможенных преференций, межведомственного взаимодействия и трансграничных операций [24]. В связи с этим в рамках теоретико-методологического подхода предложена модель функционирования ОЭЗ на основе цифровой платформы, которая направлена на отражение ОЭЗ не только как территории со специальным экономико-правовым режимом, но и как интегрированной цифровой среды, где координируются инвестиционные, финансовые, институциональные и технологические процессы. Авторская модель функционирования ОЭЗ на основе цифровой платформы представлена на рисунке 1.

В основе авторской модели лежит объединение ключевых функциональных модулей (регистрация, отбор проектов, финансирование, применение преференций, межведомственное и трансграничное взаимодействие, мониторинг и аналитика) в рамках единого цифрового пространства, обеспечивающего сквозную координацию всех этапов жизненного цикла региональных проектов. Основным элементом модели выступает цифровая платформа, которая включает участников и обеспечивает автоматизацию ключевых процедур, включая принятие решений, применение льгот и сопровождение проектов.

Существенным дополнением является модуль цифровых финансовых расчетов, реализующий использование цифровой валюты и смарт-контрактов, что формирует технологическую основу для повышения эффективности финансовых взаимодействий.

Кроме того, предлагаемая автором цифровая модель функционирования ОЭЗ дает основание для уточнения содержания понятия «особая экономическая зона» с учетом современных процессов цифровой трансформации экономики: *«Особая экономическая зона – это обособленная территория, на которой действует специальный экономико-правовой режим, направленный на развитие новых современных производств и внешнеэкономической активности, способствующий структурной трансформации экономики региона, повышению его инвестиционной привлекательности и устойчивому развитию, в том числе посредством использования цифровых платформ финансирования и сервисных механизмов координации взаимодействия между государством, бизнесом, институтами развития и инвесторами, с интеграцией инновационных решений, цифровых технологий, а также созданием условий для развития научно-технических и производственных кластеров и их включения в цифровые и трансграничные экономические системы».* Уточненное определение понятия «особая экономическая зона» учитывает взаимосвязь между привлечением инвестиций, развитием инноваций, цифровизацией экономических процессов и воздействием данных факторов на социально-экономическое развитие регионов РФ.

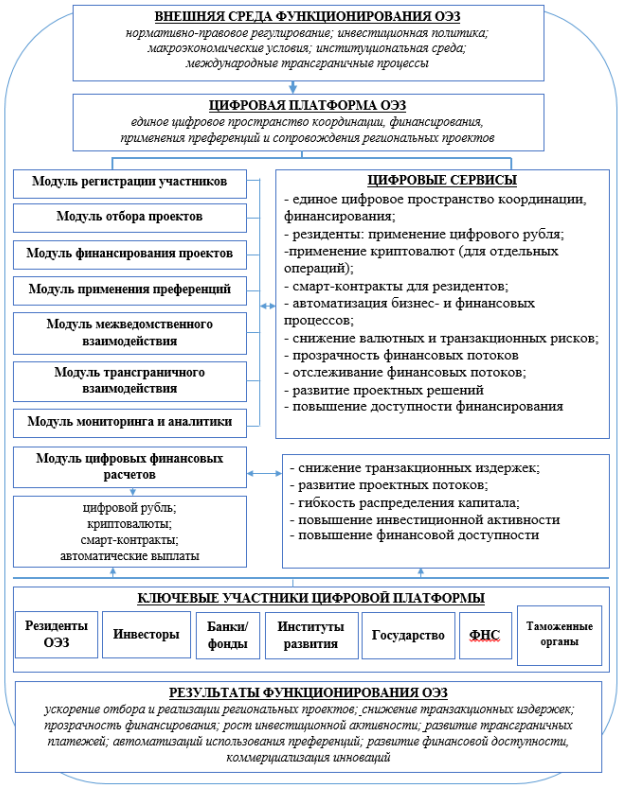


Рисунок 1 – Модель цифровой экосистемы функционирования особых экономических зон

Таким образом, научная ценность авторского подхода состоит в представлении ОЭЗ как цифровой платформенной экосистемы, обеспечивающей включение финансовых, правовых, организационных и технологических механизмов для реализации региональных инновационных проектов.

Литература

1. Berger A., et al. Investment Promotion Agencies and Digitalization // World Bank Policy Research Working Paper. — 2020. — No. 9455.
2. Chernykh, A. G. Energy saving and energy efficiency improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005. – EDN PIRWCU.
3. Frick S., Rodríguez-Pose A. Special Economic Zones: Progress, Emerging Challenges, and Future Directions // Economic Geography. — 2019. — Vol. 95, No. 3. — P. 1–25.
4. Narula R. Multinational firms and the impact of new technologies on global value chains // Journal of International Business Policy. — 2019. — Vol. 2. — P. 1–15.
5. Nechaev, A. Development of methodological approaches to improve the transport and logistics system using the international leasing / A. Nechaev, Yu. Barykina, M. Tyapkina // X International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2022, Novosibirsk, 02–05 марта 2022 года. – Novosibirsk: Elsevier B.V., 2022. – P. 441-448. – DOI 10.1016/j.trpro.2022.06.033. – EDN UPABWR.
6. Nechaev, A. S. Analysis of risk management in innovation activity process / A. S. Nechaev, D. V. Ognev, O. V. Antipina // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 548-551. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085883. – EDN YOBCBJ.
7. Nechaev, A. S. Efficiency estimation of innovative activity the enterprises / A. S. Nechaev, D. A. Antipin, O. V. Antipina // Journal of Mathematics and Statistics. – 2014. – Vol. 10, No. 4. – P. 443-447. – DOI 10.3844/jmssp.2014.443.447. – EDN UGPPHV.
8. Nechaev, A. S. Innovation management characteristics of industrial enterprises / A. S. Nechaev, A. S. Bovkun, S. V. Zakharov // Proceedings of

the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 556-559. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085885. – EDN YOLJVX.

9. Nechaev, A. S. Innovation risk minimization and neutralization methods / A. S. Nechaev, S. V. Zakharov, A. O. Troshina // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 552-555. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085884. – EDN YOLJVF.

10. Nechaev, A. Tax stimulation of innovation activities enterprises / A. Nechaev, O. Antipina // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 1 S2. – P. 42-47. – DOI 10.5901/mjss.2015.v6n1s2p42. – EDN VAIKBJ.

11. Rodríguez-Pose A., Frick S. A. Do Special Economic Zones Create Growth? Evidence from China and the World // Economic Geography. — 2020. — Vol. 96, No. 4. — P. 1–24.

12. Scholte J.A. Globalization: A Critical Introduction. — London: Palgrave Macmillan, 2005. — 512 p.

13. Zhang J. Special Economic Zones and Industrial Development in China // Economic Development Quarterly. — 2015. — Vol. 29, No. 3. — P. 222–235.

14. Барыкина, Ю. Н. Инновации – основной движущий фактор роста экономики страны / Ю. Н. Барыкина, Я. А. Лузгина // Информатизация и виртуализация экономической и социальной жизни : Материалы IV Межвузовской студенческой научно-практической конференции с международным участием (электронное издание), Иркутск, 14 марта 2018 года / Иркутский национальный исследовательский технический университет. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2018. – С. 200-202. – EDN WBXXML.

15. Барыкина, Ю. Н. Методические подходы к реализации финансирования инновационной деятельности с учетом инструментов государственной политики / Ю. Н. Барыкина, А. С. Нечаев, О. А. Красовская // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 1, № 1(142). – С. 98-108. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.01.01.013. – EDN UIKVVC.

16. Зэн Дуглас Чжихуа. Специальные экономические зоны в Китае: опыт и уроки для развивающихся стран / пер. с англ. – М. : Весь Мир, 2011. – 356 с.

17. Карпова О.И. Административно-правовой режим «единого окна» в ЕАЭС // Журнал российского права. — 2019. — № 9. — С. 95–104.

18. Культуманов Р.У. Цифровизация управления особыми экономическими зонами в России // Региональная экономика: теория и практика. — 2020. — № 10. — С. 120–132.

19. Нечаев, А. С. Методика начисления амортизации с учетом ликвидационной стоимости и фондоотдачи / А. С. Нечаев // Вестник Челябинского государственного университета. – 2010. – № 2(183). – С. 135-137. – EDN MBEFHF.

20. Панфилова Е. С. Денежный капитал предприятия //Современные научные исследования и разработки. – 2018. – №. 9. – С. 296-297.

21. Рогатных Е.Б. Механизм «единого окна» в системе международной торговли стран БРИКС // Вопросы экономики. — 2018. — № 7. — С. 102–110.

22. Сагдеева Л.С. Реализация концепции цифровой экономики на инвестиционном портале региона // Экономика региона. — 2019. — Т. 15, № 3. — С. 890–902.

23. Сравнительный анализ влияния инновационных технологий и цифровой трансформации в развитии мирового хозяйства / А. С. Нечаев, Г. М. Берегова, В. Е. Вязников [и др.] // Экономический альманах : Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иркутск, 30 ноября 2021 года. Том Выпуск № 8. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2021. – С. 229-232. – EDN XIFZOT.

24. Технико-экономическое обоснование инвестиций в развитии нефтегазовой отрасли России / О. А. Красовская, А. С. Нечаев, В. Е. Вязников [и др.] // Экономический альманах : Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции «Экономика инфраструктурных преобразований: проблемы и перспективы развития». Выпуск №7, ИРНИТУ, 26 ноября 2020 года / Материалы публикуются в авторской редакции. Авторы опубликованных статей и тезисов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, экономико-статистических данных и прочих сведений.. – ИРНИТУ: ФГБОУ ВО ИРНИТУ, 2020. – С. 314-318. – EDN OEKNBF.

A digital model for the functioning of special economic zones as a tool for financing regional innovation projects

Barykina Yu.N.
Irkutsk National Research Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the theoretical and methodological foundations of the digital transformation of SEZs as a tool for regional development. An analysis of domestic and international scientific approaches reveals the lack of a comprehensive theoretical and methodological understanding of SEZs as digital platform ecosystems. A digital model of SEZ functioning is proposed, revealing their role as an institution for the digital coordination of regional development. Within the framework of the author's model, SEZs are considered not only as territories with a special economic and legal regime, but also as an integrated digital environment that facilitates interaction between residents, investors, banks, development institutions, government agencies, fiscal and customs authorities. Based on the proposed model, the author clarifies the concept of "special economic zone" taking into account digitalization, platform financing mechanisms, the application of preferences, and the implementation of regional innovative projects.

Keywords: region, economy, digitalization, special economic zone, financing, regional project, tax incentives, regional development, digital platform.

References

1. Berger A., et al. Investment Promotion Agencies and Digitalization // World Bank Policy Research Working Paper. — 2020. — No. 9455.
2. Chernykh, A. G. Energy saving and energy efficiency improvement in the Russian Federation / A. G. Chernykh, Y. N. Barykina, Yu. Shao // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – Vol. 1070, No. 1. – P. 012005. – DOI 10.1088/1755-1315/1070/1/012005. – EDN PIRWCU.
3. Frick S., Rodríguez-Pose A. Special Economic Zones: Progress, Emerging Challenges, and Future Directions // Economic Geography. — 2019. — Vol. 95, No. 3. — P. 1–25.
4. Narula R. Multinational firms and the impact of new technologies on global value chains // Journal of International Business Policy. — 2019. — Vol. 2. — P. 1–15.
5. Nechaev, A. Development of methodological approaches to improve the transport and logistics system using the international leasing / A. Nechaev, Yu. Barykina, M. Tyapkina // X International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2022, Novosibirsk, 02–05 марта 2022 года. – Novosibirsk: Elsevier B.V., 2022. – P. 441-448. – DOI 10.1016/j.trpro.2022.06.033. – EDN UPABWR.
6. Nechaev, A. S. Analysis of risk management in innovation activity process / A. S. Nechaev, D. V. Ognev, O. V. Antipina // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 548-551. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085883. – EDN YOBCBJ.
7. Nechaev, A. S. Efficiency estimation of innovative activity the enterprises / A. S. Nechaev, D. A. Antipin, O. V. Antipina // Journal of Mathematics and Statistics. – 2014. – Vol. 10, No. 4. – P. 443-447. – DOI 10.3844/jmssp.2014.443.447. – EDN UGPPHV.
8. Nechaev, A. S. Innovation management characteristics of industrial enterprises / A. S. Nechaev, A. S. Bovkun, S. V. Zakharov // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 556-559. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085885. – EDN YOLJVX.
9. Nechaev, A. S. Innovation risk minimization and neutralization methods / A. S. Nechaev, S. V. Zakharov, A. O. Troshina // Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017, St. Petersburg, 23–30 сентября 2017 года. – St. Petersburg, 2017. – P. 552-555. – DOI 10.1109/ITMQIS.2017.8085884. – EDN YOLJVF.
10. Nechaev, A. Tax stimulation of innovation activities enterprises / A. Nechaev, O. Antipina // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 1 S2. – P. 42-47. – DOI 10.5901/mjss.2015.v6n1s2p42. – EDN VAIKBJ.
11. Rodríguez-Pose A., Frick S. A. Do Special Economic Zones Create Growth? Evidence from China and the World // Economic Geography. — 2020. — Vol. 96, No. 4. — P. 1–24.
12. Scholte J.A. Globalization: A Critical Introduction. — London: Palgrave Macmillan, 2005. — 512 p.
13. Zhang J. Special Economic Zones and Industrial Development in China // Economic Development Quarterly. — 2015. — Vol. 29, No. 3. — P. 222–235.
14. Barykina Yu. N. Innovations – the Main Driving Forces of the Country's Economic Growth / Yu. N. Barykina, Ya. A. Luzgina // Informatization and virtualization of economic and social life: Proceedings of the IV Interuniversity Student Scientific and Practical Conference with International Participation (electronic publication), Irkutsk, March 14, 2018 / Irkutsk National Research Technical University. - Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University, 2018. - Pp. 200-202. - EDN WBXXML.
15. Barykina Yu. N. Methodological approaches to the implementation of investment in innovation activities, taking into account the instruments of public policy / Yu. N. Barykina, A. S. Nechaev, O. A. Krasovskaya // Economy and Management: Problems, Solutions. – 2024. – Vol. 1, No. 1(142). – P. 98-108. – DOI 10.36871/ek.u.p.r.2024.01.01.013. – EDN UIKVVTs.
16. Zeng Douglas Zhihua. Special zones in China: experience and lessons for patients in countries / translated from English. – Moscow: Ves' Mir, 2011. – 356 p.
17. Karpova O.I. Administrative and legal regime of the "single window" in the EAEU // Journal of Russian Law. - 2019. - No. 9. - P. 95-104.
18. Kultumanov R.U. Digitalization of the management of all economic zones in Russia // Regional Economy: Theory and Practice. — 2020. — No. 10. — P. 120–132.
19. Nechaev, A. S. Methodology for calculating depreciation taking into account liquidation value and return on assets / A. S. Nechaev // Bulletin of Chelyabinsk State University. – 2010. – No. 2(183). – P. 135–137. – EDN MBEFFF.
20. Panfilova E. S. Monetary capital of an enterprise // Modern scientific research and development. – 2018. – No. 9. – P. 296–297.
21. Rogatnykh E.B. The "single window" mechanism in the international trade system of the BRICS countries // Voprosy ekonomiki. — 2018. — No. 7. — P. 102–110.

Особенности разработки методического подхода оценки эффективности управления внешнеэкономической деятельностью предприятий химической отрасли региона

Оборин Матвей Сергеевич
доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономического анализа и статистики, Пермского института (филиала) Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова; профессор кафедры мировой и региональной экономики, экономической теории, Пермский государственный национальный исследовательский университет; профессор кафедры менеджмента, Пермский государственный аграрно-технологический университет им. ак. Д. Н. Прянишникова, recreachin@rambler.ru,

Бреднева Оксана Олеговна
аспирантка, Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, oksana_bredneva@mail.ru

Исследование подходов и показателей оценки эффективности внешнеэкономической деятельности предприятий химической отрасли приобретает особую актуальность в условиях макроэкономических и геополитических ограничений. Развитие внешнеэкономического сотрудничества и экспортно-импортных торговых связей фактически становится направлением стратегического планирования для субъектов, обладающих высокой долей экспорта в структуре реализации, производящих качественную востребованную продукцию с инновационными характеристиками. Данное направление недостаточно представлено в исследованиях с точки зрения обоснованности выбора системы показателей, а также прогнозирования влияния стратегий внешнеэкономической деятельности на финансово-экономическое состояние и оптимизацию производственных планов предприятий химической отрасли.
Ключевые слова: внешнеэкономическая деятельность, предприятия химической отрасли, методический подход, уровни оценки, алгоритм оценки.

Государство является субъектом внешнеэкономической деятельности (ВЭД) вследствие конкурентных преимуществ в определенных видах промышленного производства. Развивая внешнеэкономические связи, формируется не только стратегический потенциал экспортно-импортных операций, но и научно-технологическая платформа рыночной, научной, инновационной кооперации для достижения ключевых направлений социально-экономического развития.

Развитая промышленность оказывает значительное влияние на социально-экономическое развитие регионов, формирование ВРП, стимулирование технологического прогресса, трансформацию рынков труда и ресурсов. Промышленные кластеры и инновационные производства обеспечивают устойчивый экономический рост и конкурентные преимущества на глобальных рынках.

Промышленные предприятия производят товары и продукцию, необходимые для потребления другими отраслями и населением, что создает базу высокого уровня жизни и развития предпринимательства, а также экономики в целом. Успешная экспортно-импортная деятельность становится источником налоговых поступлений в бюджеты различных уровней. Таким образом, формируется финансовая база реализации социальных программ, проектов и комплексов мер, значимых для регионов. Развитие связанных отраслей в свою очередь оказывает положительное влияние на сам промышленный комплекс за счет внедрения новых технологий и снижения затрат.

Отрасль химической промышленности испытывает сильное влияние геополитических ограничений. В первую очередь существенно изменились технологические цепочки, в которых важную роль играли экономические связи с европейскими странами, поставляющими полимеры, реагенты, катализаторы, соединения металлов. Российским предприятиям пришлось выстраивать новые транспортно-логистические маршруты и налаживать связи с партнерами дружественных государств. Многие производства осуществлялись с применением западного оборудования и технологий, поэтому ограничения в их применении негативно сказались не только на объемах производства, но и росте затрат, необходимых для адаптации материально-технологической базы к изменениям. Крупные химические компании традиционно ориентировались в экспортной деятельности на ближайшие европейские страны, поэтому запрет на продажу в краткосрочной перспективе повлиял на объемы выручки и прибыли. Однако, можно выделить положительные изменения, связанные с адаптацией отрасли к макроэкономическим рискам.

Крупные химические корпорации стали активно развивать собственные разработки для получения тех видов продукции, которые необходимы в первую очередь для импортозамещения. Важную роль сыграли связи с Китаем, Индией, а также устойчивость финансовой системы, благодаря чему стали возможны новые формы расчетов. С 2025 года реализуется национальный проект «Новые материала и химия», рассчитанный до 2030 года. В его структуру входят шесть федеральных проектов, основными целями являются создание приоритетных видов химической и биотехнологической продукции.

Предприятия химической отрасли, обладающие ресурсами и материально-технической базой выступают самостоятельными субъектами внешнеэкономической деятельности. Уровни связаны с основными субъектами – государством, регионом (субъектом РФ), предприятиями различных отраслей промышленности.

Наиболее подробно исследованы концепции и методики оценки внешнеэкономической деятельности на отраслевом и региональном уровнях. Учитывая взаимосвязи экспортных стратегий и вклад перерабатывающих отраслей промышленности в решение социально-экономических задач методические подходы к оценке результативности внешнеэкономической деятельности на региональном уровне отражают следующие принципиальные особенности:

1. Типология и классификационные критерии субъектов РФ, для которых внешнеэкономическая деятельность и экспортный потенциал промышленности является значительным в формировании ВРП, стратегии социально-экономического развития, реализации государственных программ и проектов [3; 4].

2. Высокая инновационная, кластерная и проектная активность предприятий обрабатывающих отраслей, включая химическую, оказыва-

ющие влияние на развитие потенциала экспортной деятельности регионов, динамику ресурсных рынков и занятости, интенсификацию темпов роста взаимосвязанных видов специализации и сферы услуг [1; 6; 7].

3. Обусловленность разработки методических подходов с учетом перспективных направлений экспорта, включая диверсификацию, идентификацию, прогнозирование состояния производства экспортноориентированных субъектов химической отрасли с высоким уровнем конкурентоспособности сырья, продукции и товаров на различных рынках [2; 5].

4. Соответствие применяемых механизмов регулирования и поддержки внешнеэкономической деятельности условиям на глобальных и международных рынках, развитию актуальных направлений международной кооперации и стимулирования инновационных производств [8; 10].

5. Мониторинг релевантности применяемых инструментов для предприятий химической отрасли с различным потенциалом экспорта и возможных ограничений [11; 12; 14].

Предприятия химической отрасли как субъекты внешнеэкономической деятельности в научной литературе представлены недостаточно, не существует единой методики оценки эффективности внешнеэкономической деятельности. Преобладают авторские и корпоративные методики, а также системы показателей с акцентированием на определенном компоненте. Связи показателей со стратегическим планированием практически не отражены, что обусловлено сложностью среды и множественностью факторов влияния. Однако данное направление является наиболее востребованным для предприятий химической отрасли, поскольку имеет не только научное значение, но и широкую область практического применения.

Имеющиеся в научной литературе системы показателей направлены на оценку различных направлений внешнеэкономической деятельности. Эти методики не только описывают показатели оценки эффективности и критерии их оценки, но и влияние факторов, что редко используется из-за сложности расчетов или недостатка данных [9; 13; 15; 16].

Считаем необходимым предложить следующие группы показателей:

1. Эффективность кооперации внешнеэкономической деятельности:

- доля прибыли от участия в международной кооперации (проекты, программы, кластеры) в общей прибыли предприятия:

$$Vпр\ (вэд)\ =\ \Sigma(Pr * Qпр)/(Vпр)\ (1)$$

где Pr – прибыль от кооперации, Q – количество кооперaций, Vпр – объемы общей прибыли и прибыли от ВЭД;

- доля продуктовых инноваций от участия в международной кооперации в общей доле инновационных разработок предприятия:

$$Qин\ (вэд)\ =\ \Sigma(Qин * Qпр)/(Vин)\ (2)$$

где Qин - количество инноваций, Qпр – количество проектов ВЭД;

- доля коммерческой выгоды от участия в качестве партнера по сделкам ВЭД, не связанным с реализацией основной продукцией (транспортно-логистические объекты, центры компетенций, НИОКР и др.) в общем объеме аналогичных сделок:

$$Vp\ (вэд)\ =\ \Sigma(Vp1 + Vp2 + Vpn \ldots)/(Vp)\ (3)$$

где Vp – выгода от партнерства, Vp – размер выгоды по направлениям.

2. Эффективность реализации экспортно-импортных операции:

- доля избыточного резервирования от ВЭД:

$$SR\ (вэд)\ =\ (Р_Э * Q)/(Рвн * Q)\ (4)$$

где SR – избыточное резервирование (выгода), Рэ – экспортная цена, Рвн – внутренняя цена;

- динамика объемов реализации ВЭД:

$$Vs\ (вэд)\ =\ ТР_{вэд}/ТРвн\ (5)$$

Где Vs – объем продаж, ТРвэд – темпы роста продаж от внешнеэкономической деятельности, ТРвн - темпы роста внутренних продаж;

- динамика объемов производства ВЭД:

$$Vпр\ (вэд)\ =\ Vп_{вэд}/Vпвн\ (6)$$

Где Vпр – объем производства, Vпр вэд – темп производства для внешних рынков, Vпр вн – темп производства внутреннего рынка.

3. Эффективность развития производства ВЭД:

- доля затрат на ВЭД:

$$Vз\ (вэд)\ =\ ТРЗ_{вэд}/ТРЗвн\ (7)$$

Где Vз – объем затрат, ТРЗвэд – темпы роста затрат на производство для внешнеэкономической деятельность, ТРЗвн - темпы роста затрат для внутреннего производства;

- доля сопутствующих затрат на ВЭД:

$$Vсз\ (вэд)\ =\ ТРсз_{вэд}/ТРсз_{вн}\ (8)$$

Где Vсз – объем сопутствующих затрат, ТРсз$_{вэд}$ – темпы роста сопутствующих затрат на производство для внешнеэкономической деятельность, ТРсз$_{вн}$ - темпы роста сопутствующих затрат для внутреннего производства.

Представим алгоритм проведения оценки эффективности внешнеэкономической деятельности предприятий отрасли (рис. 1).

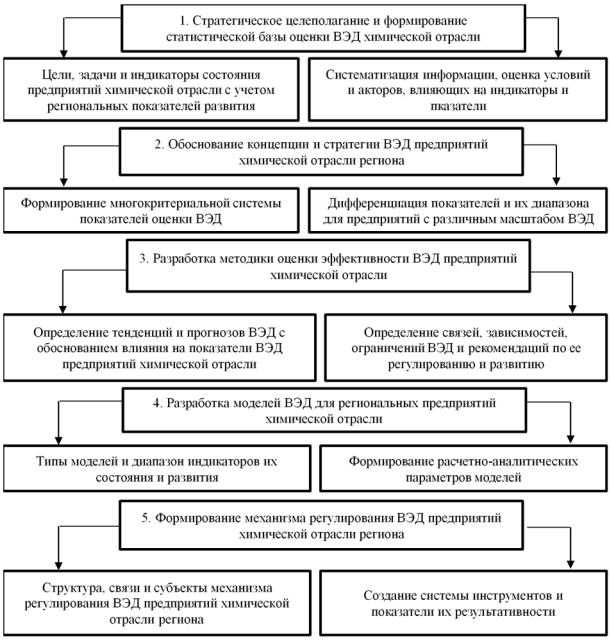


Рис. 1. Алгоритм реализации методического подхода к оценке внешнеэкономической деятельности предприятий химической отрасли (разработано авторами)

Целесообразно в первую очередь определить стратегические приоритет ВЭД и их согласование с региональными целями развития. В этом случае предприятиям-лидерам отрасли будут доступны различные формы региональной и федеральной поддержки, участие в проектах. Другим важным аспектом является дифференциация субъектного состава химических предприятий для детализации концепции, стратегии и системы показателей.

Сформированные модели ВЭД позволят более эффективно разрабатывать механизм управления и инструменты для различных уровней принятия решений. Проведенный анализ демонстрирует отсутствие единой системы критериев, показателей оценки эффективности внешнеэкономической деятельности и экспорта как ее важной составляющей. Поскольку данная область исследования больше относится к практической сфере применения и отсутствие части данных не позволяет использовать единую методику оценки. В дальнейшим на основе рассмотренных показателей целесообразно разработать авторский методический подход оценки эффективности внешнеэкономической деятельности.

Релевантная методика должна базироваться на исследовании финансово-экономического потенциала предприятий химической отрасли за длительный период времени.

Литература

1. Акопов С.Э. Кластерная модель организации внешнеэкономической деятельности российского региона в условиях евразийской интеграции : на примере топливно-энергетического комплекса Ростовской области : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.14. - Ростов-на-Дону, 2015. - 192 с.

2. Борис Д.Г. Факторы и механизм влияния макросреды на внешнеэкономическую деятельность промышленного предприятия : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Ставрополь, 2011. - 169 с.

3. Волков Р.Г. Влияние нетарифных барьеров на оценку доступности общего рынка международного интеграционного объединения предприятиями государств-участников : на примере промышленных предприятий Евразийского экономического союза : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Москва, 2020. - 168 с.

4. Гильмундинов В.М. Влияние макроэкономической политики на динамику и отраслевую структуру экономики в условиях межотраслевой конкуренции и экспортосырьевой ориентации : на примере России : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.01. - Новосибирск, 2019. - 352 с.

5. Котенев А.Д. Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности АПК в контексте обеспечения продовольственной безопасности РФ : теория, методология, практика : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05. - Краснодар, 2019. - 352 с.

6. Кравченко А.В. Методология индикативного моделирования внешнеэкономической деятельности региона : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05. - Краснодар, 2013. - 354 с.

7. Кузнецова М.О. Совершенствование системы управления рисками устойчивого развития промышленных организаций : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Москва, 2021. - 187 с.

8. Лехман Е.В. Импортозависимость в системе закономерностей и факторов пространственного развития регионов : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Белгород, 2021. - 199 с.

9. Налбандян Г.Г. Формирование стратегии выхода на внешние рынки промышленных компаний : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Москва, 2021. - 167 с.

10. Ненадышина Т.С. Упрощение процедур торговли Российской Федерации в целях обеспечения внешнеторговых интересов : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.14. - Люберцы, 2022. - 221 с.

11. Оборина Е.Д. Формирование стратегии развития внешнеэкономической деятельности региона : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.14 - Екатеринбург, 2011. - 182 с.

12. Понкратова Е.С. Модернизация внешнеэкономических комплексов российских регионов под воздействием современных трендов развития мирового хозяйства : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.14. - Ростов-на-Дону, 2013. - 200 с.

13. Романюк В.В. Формирование инструментария политики импортозамещения в перерабатывающей промышленности региона : автореферат дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Донецк, 2022. - 190 с.

14. Савельев И.И. Развитие экспортного потенциала региона : на примере Владимирской области : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Владимир, 2011. - 219 с.

15. Самонова К.В. Инструментарно-организационное обеспечение развития технологического потенциала промышленного сектора экономики : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05. - Ростов-на-Дону, 2018. - 229 с.

16. Фокина Д.А. Формирование внешнеторгового потенциала предприятий машиностроительного комплекса в условиях технологической трансформации : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05. - Красноярск, 2021. - 338 с.

Features of the development of a methodological approach to assessing the effectiveness of managing the foreign economic activity of chemical industry enterprises in the region

Oborin M.S., Bredneva O.O.

Perm Institute (branch) of the Plekhanov Russian University of Economics, Perm State National Research University, Perm State Agrarian-Technological University named after Academician D. N. Pryanishnikov

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The study of approaches and indicators for assessing the effectiveness of foreign economic activity of chemical industry enterprises is becoming particularly relevant in the context of macroeconomic and geopolitical constraints. The development of foreign economic cooperation and export-import trade relations is actually becoming a strategic planning area for entities with a high share of exports in the sales structure and producing high-quality, sought-after products with innovative characteristics. This area is insufficiently represented in research from the point of view of the validity of the choice of a system of indicators, as well as forecasting the impact of foreign economic activity strategies on the financial and economic condition and optimization of production plans of chemical industry enterprises.

Keywords: foreign economic activity, chemical industry enterprises, methodological approach, assessment levels, assessment algorithm.

References

1. Akopov S.E. Cluster model of the organization of foreign economic activity of the Russian region in the context of Eurasian integration : on the example of the fuel and energy complex of the Rostov region : dissertation ... Rostov-on-Don, 2015, Candidate of Economic Sciences: 08.00.14, 192 p.
2. Boris D.G. Factors and mechanism of the macro environment's influence on the foreign economic activity of an industrial enterprise : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. Stavropol, 2011. 169 p.
3. Volkov R.G. The impact of non-tariff barriers on the assessment of the accessibility of the common market of an international integration association by enterprises of the participating states : on the example of industrial enterprises of the Eurasian Economic Union : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Moscow, 2020. - 168 p.
4. Gilmundinov V.M. The influence of macroeconomic policy on the dynamics and sectoral structure of the economy in conditions of intersectoral competition and export orientation : on the example of Russia : dissertation ... Doctors of Economics : 08.00.01. - Novosibirsk, 2019. - 352 p.
5. Kotenev A.D. State regulation of foreign economic activity of the agro-industrial complex in the context of ensuring food security of the Russian Federation : theory, methodology, practice : dissertation... Doctors of Economics : 08.00.05. - Krasnodar, 2019. - 352 p.
6. Kravchenko A.V. Methodology of indicative modeling of foreign economic activity of the region : dissertation ... Doctors of Economics : 08.00.05. - Krasnodar, 2013. - 354 p.
7. Kuznetsova M.O. Improving the risk management system for sustainable development of industrial organizations : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Moscow, 2021. - 187 p.
8. Lekhman E.V. Import dependence in the system of patterns and factors of spatial development of regions : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Belgorod, 2021. - 199 p.
9. Nalbandian G.G. Formation of a strategy for entering foreign markets of industrial companies : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Moscow, 2021. - 167 p.
10. Nenadyshina T.S. Simplification of trade procedures of the Russian Federation in order to ensure foreign trade interests : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.14. Lyubertsy, 2022. 221 p.
11. Oborina E.D. Formation of a strategy for the development of foreign economic activity in the region : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.14 - Yekaterinburg, 2011. 182 p.
12. Ponkratova E.S. Modernization of foreign economic complexes of Russian regions under the influence of modern trends in the development of the world economy : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.14. Rostov-on-Don, 2013. 200 p.
13. Romanyuk V.V. Formation of tools for the policy of import substitution in the processing industry of the region : abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Donetsk, 2022. - 190 p.
14. Savelyev I.I. Development of the export potential of the region : on the example of the Vladimir region : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. - Vladimir, 2011. - 219 p.
15. Samonova K.V. Instrumental and organizational support for the development of the technological potential of the industrial sector of the economy : dissertation ... Candidate of Economic Sciences : 08.00.05. Rostov-on-Don, 2018. 229 p.
16. Fokina D.A. Formation of the foreign trade potential of machine-building enterprises in the context of technological transformation : dissertation ... Doctor of Economics : 08.00.05. - Krasnoyarsk, 2021. - 338 p.

Влияние агентной экономики на изменение структуры рынка труда и профессий

Будагов Артур Суренович
д.э.н., профессор, директор Института технологий предпринимательства и права, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, dean8@guap.ru,

Романова Ирина Вячеславовна
к.э.н., доцент, заведующий кафедрой экономики высокотехнологичных производств, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, ivirina.07@mail.ru

В статье исследуется феномен агентной экономики как принципиально новой парадигмы организации производственных и трудовых отношений, формирующейся под влиянием распространения автономных программных агентов с искусственным интеллектом. Авторы анализируют механизмы трансформации структуры рынка труда, происходящей вследствие массового внедрения ИИ-агентов в различные сектора экономики. На основе систематизации отечественных и зарубежных исследований, а также эмпирических данных о темпах автоматизации профессиональной деятельности в статье предложена классификация профессий по критерию уязвимости к агентной замене. Обосновывается тезис о том, что агентная экономика порождает не только эффекты вытеснения труда, но и новые категории занятости, связанные с управлением, контролем, обучением и аудитом ИИ-агентов. Рассматриваются институциональные последствия трансформации: изменение содержания трудового договора, появление гибридных форм занятости человек-агент, смещение ценностных ориентаций в системе профессиональной подготовки. Результаты исследования позволяют сформулировать рекомендации для государственной политики в области регулирования рынка труда в условиях агентной экономики.

Ключевые слова: агентная экономика, ИИ-агенты, рынок труда, автоматизация, трансформация профессий, цифровая занятость, человеко-машинное взаимодействие, регулирование труда, профессиональные компетенции, будущее труда.

1. Введение

Стремительное развитие технологий искусственного интеллекта и, в особенности, появление так называемых «агентных» систем — автономных программных агентов, способных самостоятельно планировать, исполнять многошаговые задачи и взаимодействовать с внешней средой без постоянного участия человека, — ознаменовало наступление качественно нового этапа в эволюции цифровой экономики. Если первые волны цифровизации преимущественно автоматизировали отдельные рутинные операции, замещая узко специализированные функции работников, то агентная экономика создаёт предпосылки для комплексного замещения когнитивной деятельности человека широкого профиля, включая аналитические, коммуникативные и управленческие функции.

По оценкам аналитического подразделения McKinsey Global Institute, опубликованным в 2024 году, к 2030 году от 20 до 30% всех трудовых функций в развитых экономиках могут быть выполнены ИИ-агентами либо с их значительным участием [1]. Goldman Sachs Research оценивает потенциальный охват автоматизации ещё шире — до 300 миллионов рабочих мест в масштабах мировой экономики при условии массового развёртывания агентных систем [2]. Вместе с тем характер и темпы этой трансформации остаются предметом острых научных дискуссий: одни исследователи акцентируют деструктивные эффекты для занятости, другие указывают на возникновение принципиально новых профессиональных ниш.

Актуальность настоящего исследования определяется несколькими факторами. Во-первых, агентная экономика представляет собой феномен, радикально отличающийся от предшествующих волн автоматизации по охвату, скорости распространения и природе замещаемых трудовых функций. Во-вторых, существующий массив отечественной научной литературы по данной проблематике носит преимущественно описательный характер и не предлагает систематизированных концептуальных рамок для анализа воздействия агентных систем на рынок труда. В-третьих, вопросы институционального регулирования занятости в условиях агентной экономики остаются практически неисследованными в контексте российской экономики.

Цель настоящей статьи состоит в разработке концептуальной модели трансформации рынка труда под влиянием агентной экономики и обосновании рекомендаций для государственной политики занятости. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи: уточнить понятийный аппарат агентной экономики применительно к анализу рынка труда; классифицировать профессии по степени уязвимости к агентной замене; выявить новые категории занятости, порождаемые агентной экономикой; проанализировать институциональные последствия трансформации трудовых отношений; сформулировать предложения по регулированию рынка труда в новых условиях.

2. Теоретические основы агентной экономики

2.1. Понятие и природа агентной экономики

Термин «агентная экономика» вошёл в широкий научный и профессиональный оборот относительно недавно — преимущественно после 2023 года, когда крупнейшие технологические компании (Anthropic, OpenAI, Google DeepMind, Microsoft) приступили к массовому коммерческому развёртыванию агентных систем. Тем не менее, концептуальные корни данного явления уходят в более ранние работы по многоагентным системам, теории автономных агентов и экономике платформ.

В широком смысле агентная экономика может быть определена как система экономических отношений, в которой значимая часть производственных, управленческих и коммуникационных функций делегируется автономным программным агентам с искусственным интеллектом, действующим в интересах принципала (человека или организации), но обладающим способностью к самостоятельному планированию и принятию решений в рамках заданных параметров.

Ключевое отличие ИИ-агентов от предшествующих форм автоматизации (роботов, RPA-систем, классических алгоритмов) состоит в следующем. Во-первых, агенты ориентируются на достижение цели: им задаётся конечная цель, а не последовательность операций, необходимых для её достижения. Во-вторых, они демонстрируют адаптивность: способность корректировать план действий в ответ на изменения внешней среды. В-третьих, агентам присуща инструментальность: возможность использовать разнообразные цифровые инструменты (браузеры, базы

данных, специализированное программное обеспечение) для выполнения задач. В-четвёртых, агенты отличаются коммуникативностью: способностью вести диалог с пользователями и другими агентами [3].

С позиций экономической теории агентная экономика представляет собой качественную трансформацию феномена «агентского конфликта», описанного в работах М. Дженсена и У. Меклинга [4]. Если традиционные агентские отношения предполагают делегирование полномочий человеку-агенту с присущей ему информационной асимметрией и оппортунистическим поведением, то в агентной экономике принципал взаимодействует с программным агентом, чьи «интересы» и поведенческие паттерны принципиально иные. Это создаёт новые формы агентских проблем — технического, а не психологического свойства.

Следует разграничить три ключевые концептуальные понятия: автоматизацию, цифровизацию и агентификацию. Автоматизация означает замещение ручного труда техническими системами с предварительно заданным поведением. Цифровизация охватывает преобразование процессов и данных в цифровую форму. Агентификация — качественно новый процесс, предполагающий наделение программных систем способностью к автономному достижению целей и взаимодействию. Именно агентификация определяет специфику современного этапа технологической трансформации рынка труда и выступает главным предметом настоящего исследования.

2.2. Теоретические подходы к анализу влияния технологий на рынок труда

Научная дискуссия о влиянии технологий на занятость насчитывает более двух столетий. Традиционно выделяют теоретические подходы технологического пессимизма, технологического оптимизма и структуралистский подход.

Технологический пессимизм, восходящий к движению луддитов и нашедший теоретическое оформление в работах Д. Рикардо («Начала политической экономии», 1821), исходит из того, что технологические замены труда неизбежно ведут к структурной безработице. В современной интерпретации данный подход представлен работами К. Фрея и М. Осборна [5], которые в 2013 году, проанализировав 702 профессии, пришли к выводу о том, что около 47% рабочих мест в США находятся в зоне высокого риска автоматизации в течение ближайших 10–20 лет. Применительно к агентной экономике пессимистический подход предсказывает масштабное вытеснение занятости в сфере когнитивного труда среднего и высокого уровня сложности.

Технологический оптимизм, теоретически оформленный в концепции «компенсирующих эффектов» (А. Маршалл, Й. Шумпетер), утверждает, что технологические инновации, устраняя одни виды занятости, создают новые и в долгосрочной перспективе не сокращают общий уровень занятости. В контексте цифровой экономики данный тезис поддерживается результатами исследований Д. Акемоглу и П. Рестрепо [6], разработавших концепцию «задачного» (task-based) подхода к анализу влияния автоматизации на занятость. Согласно этому подходу, технологии замещают конкретные задачи, а не профессии целиком, открывая новые ниши для применения человеческого труда.

Структуралистский подход акцентирует неравномерность распределения технологических преимуществ и угроз между различными социальными группами, отраслями и территориями. Согласно данному подходу, агентная экономика будет углублять существующее неравенство, поскольку выгоды от автоматизации сосредоточатся у владельцев технологических платформ и высококвалифицированных работников, тогда как риски вытеснения несоразмерно ложатся на работников с рутинными когнитивными компетенциями.

В настоящем исследовании мы придерживаемся комплексного подхода, сочетающего элементы всех трёх парадигм - признаём реальность краткосрочных структурных эффектов вытеснения при одновременном допущении долгосрочного возникновения новых форм занятости, но настаиваем на том, что этот процесс не является автоматически сбалансированным и требует активного государственного вмешательства.

3. Механизмы трансформации рынка труда в условиях агентной экономики

3.1. Классификация профессий по уязвимости к агентной замене

Для систематического анализа воздействия агентной экономики на структуру занятости необходимо разработать классификацию, учитывающую специфику ИИ-агентов — их способность выполнять не изолированные операции, а комплексные многошаговые задачи. В отличие от подхода Фрея-Осборна, ориентированного на технические возможности автоматизации конкретных задач, мы предлагаем классификацию, основанную на трёх критериях: степени кодифицируемости трудовых функций, уровне необходимой контекстной адаптации и значимости аффективно-реляционной составляющей деятельности.

На основании данных критериев выделяются четыре группы профессий.

Первая группа — профессии с высокой уязвимостью к агентной замене (индекс уязвимости > 0,75). К данной группе относятся виды деятельности, в которых доминируют хорошо структурированные когнитивные задачи с ограниченной контекстной изменчивостью: операционисты банков, специалисты по вводу и обработке данных, базовый аналитический персонал, составители стандартных юридических документов, операторы колл-центров, начальный уровень бухгалтерии и аудита. По оценкам, в данной группе сосредоточено около 18–22% всей занятости в развитых экономиках.

Вторая группа — профессии с умеренной уязвимостью (индекс 0,40–0,75). Здесь задачи частично структурированы, но требуют значимой контекстной адаптации: журналисты стандартного репортажа, младший медицинский персонал по диагностике, специалисты по базовому программированию, маркетологи, кадровые специалисты начального уровня. Агентные системы способны выполнять существенную часть этих задач, однако требуется регулярный человеческий контроль и редактирование результатов.

Третья группа — профессии с низкой уязвимостью (индекс 0,15–0,40). К ним относятся виды деятельности, предполагающие высокую степень неструктурированного взаимодействия, творческого суждения или физического присутствия: врачи-специалисты клинического профиля, учителя, социальные работники, адвокаты по нестандартным делам, архитекторы, исследователи-первопроходцы. Агентные системы выступают здесь инструментами-ассистентами, но не заместителями.

Четвёртая группа — профессии с минимальной уязвимостью (индекс < 0,15). Это виды деятельности с критической ролью физического мастерства в неструктурированной среде, глубокой межличностной эмпатии или уникального творческого замысла: хирурги-операторы, сантехники и электрики (в нестандартных условиях), психотерапевты, художники, управленцы высшего звена в кризисных ситуациях.

3.2. Новые категории занятости в агентной экономике

Анализ агентной экономики исключительно через призму замещения труда является методологически неполным. Параллельно с ликвидацией ряда традиционных профессиональных ниш агентная экономика порождает новые категории занятости, многие из которых не имеют аналогов в доцифровую эпоху. Идентификация этих категорий представляет как теоретический, так и практический интерес для политики занятости.

Первая категория — «оркестраторы агентов». Это специалисты, занятые управлением ансамблями агентных систем: постановкой задач, координацией потоков работы между агентами, разрешением конфликтов в многоагентных системах и оценкой качества результатов. По аналогии с менеджментом в классической экономике, оркестраторы агентов обеспечивают целеориентированное функционирование агентных систем и несут ответственность за конечные результаты их работы.

Вторая категория — «тренеры агентов». Данная профессиональная группа включает специалистов, обеспечивающих обучение, настройку и калибровку ИИ-агентов применительно к специфике конкретных задач, организаций и предметных областей. В отличие от разработчиков ИИ-систем, занятых созданием базовых моделей, тренеры агентов работают с уже готовыми системами, адаптируя их к конкретным применениям.

Третья категория — «аудиторы ИИ». Интенсификация использования агентных систем в экономически и социально значимых процессах создаёт острую потребность в специалистах, профессионально занятых верификацией выходных данных агентов, выявлением систематических ошибок и предвзятостей, обеспечением соответствия результатов работы агентов нормативным требованиям. Аудиторы ИИ соединяют компетенции предметного эксперта (в соответствующей области применения агентов) с пониманием технических ограничений ИИ-систем.

Четвёртая категория — «проектировщики взаимодействий». Массовое внедрение ИИ-агентов в бизнес-процессы и повседневную жизнь порождает спрос на специалистов, разрабатывающих оптимальные алгоритмы взаимодействия человека с агентными системами: создание эффективных пользовательских интерфейсов, разработку структур «промптов» для корпоративных задач, проектирование рабочих процессов с оптимальным распределением задач между людьми и агентами.

Пятая категория — «арбитры этики ИИ». Это профессионалы, занятые обеспечением соответствия деятельности агентных систем этическим нормам, правовым требованиям и корпоративным ценностям. Их деятельность включает разработку руководящих принципов для агентных систем, рассмотрение инцидентов, связанных с нежелательным поведением агентов, и представление интересов организации в регуляторных органах.

4. Институциональные трансформации трудовых отношений

4.1. Изменение содержания трудового договора

Широкое распространение агентных систем инициирует глубокую трансформацию правовой и экономической природы трудового договора. Традиционная концепция трудового договора, сложившаяся в условиях индустриальной экономики и получившая закрепление в национальных трудовых кодексах и конвенциях МОТ, основывается на предположении о том, что работник лично выполняет трудовые обязанности, установленные работодателем. В агентной экономике это базовое предположение подвергается сомнению по нескольким направлениям.

Во-первых, трансформируется сама единица измерения труда. Если традиционный трудовой договор оперирует категориями рабочего времени и должностных обязанностей, то в агентной экономике центральной становится категория «результата», достигнутого с использованием агентных инструментов. Граница между трудом работника и деятельностью агента, инструментом которого он пользуется, размывается, что ставит вопрос о том, как оценивать вклад человека в создание экономической ценности.

Во-вторых, возникает феномен «гибридной продуктивности», когда производительность работника определяется не только его индивидуальными компетенциями, но и качеством используемых им агентных инструментов. Работодатели, предоставляющие более совершенные агентные инструменты, получают значительное конкурентное преимущество, что порождает новое измерение неравенства между предприятиями — «агентный разрыв».

В-третьих, агентная экономика создаёт юридически неурегулированные ситуации ответственности. Если ИИ-агент, действуя автономно от имени работника, допускает ошибку, влекущую экономический ущерб, то непонятно, кто несёт ответственность - работник, выдавший агенту задание, работодатель, предоставивший агентный инструмент или разработчик ИИ-системы? Данный вопрос не имеет однозначного ответа в действующем трудовом законодательстве ни в одной юрисдикции.

В-четвёртых, трансформируются стандарты профессиональной квалификации. Традиционные системы профессионального образования и сертификации, подтверждающие способность работника выполнять определённый набор задач, в условиях агентной экономики нуждаются в переосмыслении. Актуальным становится не перечень выполняемых задач, а способность работника эффективно применять агентные инструменты в своей области и критически оценивать их результаты.

4.2. Гибридные формы занятости человек–агент

Агентная экономика порождает принципиально новые организационные конфигурации, в которых задачи в рамках единого рабочего процесса распределяются между людьми и ИИ-агентами. Мы предлагаем концепцию «гибридных рабочих ячеек» — организационных единиц, объединяющих одного или нескольких специалистов-людей с набором специализированных ИИ-агентов, совместно выполняющих функции, которые прежде требовали значительно большего человеческого ресурса.

Данные трансформации имеют прямые следствия для организации труда, нормирования, оплаты и карьерных траекторий. С точки зрения нормирования, традиционные нормы выработки утрачивают смысл, поскольку производительность гибридной ячейки определяется не человеческим фактором, а конфигурацией агентных систем. С точки зрения оплаты труда, возникает вопрос о справедливом вознаграждении. Если большая часть экономической ценности создаётся агентами, на каком основании вознаграждается человеческий вклад?

Важным аспектом гибридных форм занятости является феномен постепенной атрофии профессиональных навыков вследствие их делегирования агентам. Если работник систематически поручает агентам задачи, которые ранее выполнял самостоятельно, его собственная компетентность в данных областях снижается. Это создаёт уязвимость, так как в случае недоступности агентных систем (технические сбои, изменение условий лицензирования, кибератаки) работник может оказаться неспособным выполнить задачи самостоятельно. Этот феномен особенно значим для областей, где профессиональная квалификация непосредственно связана с безопасностью — медицина, авиация, атомная энергетика.

Одновременно агентная экономика открывает возможности для перепрофилирования трудовых функций на более высокий уровень абстракции и управления. Специалист, освобождённый от рутинных задач делегированием их агентам, теоретически получает возможность сосредоточиться на задачах более высокого порядка: стратегическом планировании, творческом синтезе, управлении отношениями с клиентами. Реализация этой возможности, однако, не является автоматической и требует целенаправленной поддержки через систему профессионального образования и корпоративные программы развития.

5. Отраслевая специфика трансформации

5.1. Финансовый сектор и профессиональные услуги

Финансовый сектор является одной из наиболее интенсивно трансформируемых отраслей под влиянием агентной экономики. Это объясняется рядом факторов. Прежде всего высокой степенью цифровизации процессов, преобладанием структурированных данных, значительной долей повторяемых аналитических задач и высокой экономической ценностью точных решений. К 2025 году ведущие инвестиционные банки (Goldman Sachs, JPMorgan Chase) сообщали о переходе до 40% задач по первичному анализу ценных бумаг к ИИ-агентным системам [7].

Наиболее уязвимые профессиональные роли в финансовом секторе — это аналитики начального уровня, специалисты по комплаенс-проверкам стандартных транзакций, работники по обработке кредитных заявок. По оценкам Bloomberg Intelligence, к 2027 году в глобальном финансовом секторе может быть замещено агентными системами от 200 до 300 тысяч рабочих мест данных категорий [8]. Одновременно формируется спрос на специалистов по финансовому промпт-инжинирингу, ИИ-аудиту финансовых моделей и надзору за алгоритмическими торговыми стратегиями.

Юридический сектор, традиционно считавшийся устойчивым к автоматизации вследствие сложной контекстно-зависимой природы правовых задач, демонстрирует неожиданно высокую степень уязвимости в ряде сегментов. Агентные системы уже замещают юристов при слияниях и поглощениях, составлении стандартных контрактов, при первичном юридическом исследовании прецедентов. По данным Thomson Reuters, к 2026 году ИИ-агенты выполняли более 60% задач по правовому поиску в крупных американских юридических фирмах.

5.2. Здравоохранение и образование

Здравоохранение представляет собой область, где влияние агентной экономики проявляется в наиболее противоречивых формах. С одной стороны, задачи по диагностическому анализу медицинских изображений, выявлению шаблонов в клинических данных, синтезу литературных обзоров для клинической практики демонстрируют высокую степень агентной замещаемости. В ряде исследований ИИ-системы превосходят врачей-специалистов по точности диагностики конкретных нозологий [9]. С другой стороны, клинические функции, связанные с физическим обследованием пациентов, установлением эмпатийного контакта, принятием этически нагруженных решений в сложных случаях, остаются в зоне минимальной уязвимости.

В образовании агентная экономика создаёт условия для масштабной персонализации обучения. ИИ-агенты способны адаптировать учебный процесс к индивидуальным темпам, стилям обучения и пробелам в знаниях каждого учащегося. Роль преподавателя при этом трансформируется от транслятора знаний к фасилитатору обучения и куратору образовательного опыта — функции, в которых ценность человеческого присутствия остаётся высокой. Вместе с тем административные и методические функции в образовании подвержены значительно более высокому риску агентной замены.

Существенной проблемой в обоих секторах является вопрос профессиональной ответственности. Действующие системы профессиональной ответственности медицинских и педагогических работников предполагают персональную ответственность за решения и результаты деятельности. Если эти решения генерируются или существенно детерминируются ИИ-агентами, традиционные механизмы профессиональной ответственности нуждаются в переосмыслении.

6. Эмпирические данные о трансформации рынка труда

6.1. Динамика занятости в период с 2023 г. по 2025 г.

Эмпирическая оценка воздействия агентных систем на занятость на начальном этапе их развёртывания сопряжена с существенными методологическими трудностями. Агентные технологии распространялись быстро и неравномерно, статистические системы не были адаптированы для их учёта, а временной горизонт наблюдений является недостаточным для выявления устойчивых трендов. Тем не менее ряд данных позволяет судить о начальных эффектах трансформации.

По данным LinkedIn Economic Graph, в период с первого квартала 2023 г. по третий квартал 2025 года в США был зафиксирован выраженный рост спроса на роли, непосредственно связанные с ИИ-агентными системами: количество вакансий с упоминанием «AI agent», «LLM orchestration», «prompt engineering» и смежных компетенций увеличилось в 4,7 раза. Одновременно был зафиксирован опережающий рост производительности труда в отраслях с высоким уровнем агентного внедрения — финансах, профессиональных услугах, программном обеспечении — на фоне стагнации или замедления роста занятости в тех же секторах.

Результаты опросов работодателей, проведённых SHRM (Society for Human Resource Management) в 2024–2025 годах, указывают на то, что около 28% компаний из выборки сообщили о фактическом сокращении вакансий начального уровня вследствие внедрения агентных систем. 43% не заполняли освобождающиеся вакансии при увольнении сотрудников, передавая их задачи агентным инструментам. Лишь 15% компаний сообщили о чистом увеличении числа рабочих мест, прямо или косвенно связанных с агентными системами [10].

В России аналогичные исследования носят более ограниченный характер, что обусловлено как меньшим распространением агентных технологий, так и менее развитой инфраструктурой мониторинга рынка труда применительно к новым технологиям. Согласно данным опроса hh.ru и Сколтеха, проведённого в 2025 году, около 19% компаний из выборки планировали сокращение найма в административно-аналитических функциях в горизонте 2 лет вследствие внедрения ИИ-систем. 34% указали на потребность в компетенциях по взаимодействию с ИИ-агентами при найме новых сотрудников.

6.2. Дифференциация эффектов по уровню образования и доходов

Одной из ключевых дискуссионных проблем в исследованиях агентной экономики является характер её воздействия на распределение доходов и профессиональных возможностей в зависимости от уровня образования и квалификации. Предшествующие волны автоматизации (80-е — 2000-е годы) преимущественно замещали низкоквалифицированный труд, формируя «поляризацию» рынка труда - рост занятости в высококвалифицированных и некоторых низкоквалифицированных нишах при одновременном сокращении среднеквалифицированных позиций.

Агентная экономика нарушает эту логику. Поскольку ИИ-агенты прежде всего замещают структурированные когнитивные задачи, они затрагивают значительную долю работников с высшим образованием, занятых аналитической, юридической, финансовой и административной деятельностью. Ряд исследователей фиксируют феномен, обозначаемый как «обратная поляризация» или «высококвалифицированное вытеснение». Именно работники с высшим образованием и медиальными доходами, а не низкоквалифицированные, оказываются наиболее уязвимы к агентной замене на начальном этапе [11].

Данный вывод имеет важные следствия для социальной политики. Если предшествующие программы переподготовки были ориентированы прежде всего на работников с низкой квалификацией, в агентной экономике государство должно уделять не меньшее внимание поддержке перехода работников со средней и высокой квалификацией, чьи инвестиции в образование рискуют частично обесцениться вследствие агентной замены выполняемых ими задач.

7. Институциональные рекомендации для государственной политики

7.1. Адаптация системы профессионального образования

Первоочередной задачей государственной политики в условиях агентной экономики является переориентация систем профессионального и высшего образования. Предлагаемые реформы включают следующий комплекс мер.

1. Введение обязательного компонента «ИИ-грамотности» во все образовательные программы высшей школы вне зависимости от направления подготовки. ИИ-грамотность в данном контексте означает не только базовые технические знания о принципах работы ИИ-агентов, но и практические навыки их эффективного использования в конкретной предметной области, критической оценки их выходных данных, выявления типичных ошибок и предвзятостей.

2. Пересмотр стандартов профессиональных компетенций с акцентом на компетенции, устойчивые к агентной замене: критическое и системное мышление, межкультурная коммуникация, этическое суждение, творческий синтез. Данные компетенции не являются принципиально новыми для образования, однако их относительная ценность резко возрастает в условиях агентной экономики.

3. Создание государственных платформ непрерывного профессионального образования с ориентацией на потребности перехода от уязвимых профессий к устойчивым и новым категориям занятости агентной экономики. Опыт ряда скандинавских стран (прежде всего Дании с её системой «flexicurity») свидетельствует о том, что инвестиции в переподготовку работников являются экономически более эффективными, чем компенсационные выплаты по безработице.

7.2. Регулирование агентного труда и ответственности

Действующее трудовое законодательство создавалось в принципиально иной технологической реальности и нуждается в адаптации к условиям агентной экономики. Ключевые направления нормативной адаптации включают следующие аспекты.

Прежде всего, необходима разработка правовой концепции «агентного ассистирования» — правового режима, определяющего, при каких условиях результаты деятельности работника, частично выполненные ИИ-агентами, могут быть квалифицированы как результат его профессионального труда, и какова ответственность работника за качество результатов агентной работы, выполненной от его имени.

Далее, требуется введение требований прозрачности в отношении использования агентных систем на рабочем месте. Работодатели должны раскрывать информацию о том, в каких производственных процессах используются ИИ-агенты, каков характер их взаимодействия с работниками, и каким образом результаты агентной деятельности влияют на оценку производительности труда работника.

Также необходимо совершенствование системы охраны труда применительно к рискам агентной экономики. Специфические риски агентной занятости включают информационную перегрузку вследствие необходимости контролировать множественные агентные потоки, профессиональную тревогу, связанную с ощущением замещаемости, снижение профессиональной квалификации. Государство должно включить эти риски в периметр регулирования охраны труда и психологической безопасности на рабочем месте.

Кроме того, в контексте России особую актуальность приобретает вопрос о налоговом режиме для предприятий, активно использующих агентные системы. Ряд исследователей предлагает концепцию «налога на роботов», суть которой состоит в том, что часть экономической ренты, генерируемой замещением труда агентными системами, направляется в фонды социальной защиты и переподготовки работников [12]-[15]. Данная концепция остаётся дискуссионной с точки зрения экономической теории, однако заслуживает серьёзного рассмотрения при формировании фискальной политики в условиях агентной экономики.

8. Заключение

Таким образом, агентная экономика представляет собой качественно новый этап технологической трансформации рынка труда, принципиально отличающийся от предшествующих волн автоматизации по охвату замещаемых функций, скорости распространения и социальному составу затрагиваемых работников. Ключевая особенность агентной замены состоит в её ориентации на структурированные когнитивные задачи, традиционно ассоциировавшиеся с высококвалифицированным трудом.

Воздействие агентной экономики на занятость является неоднородным и включает как эффекты вытеснения, так и эффекты создания новых категорий занятости. Она инициирует глубокую институциональную трансформацию трудовых отношений, включающую изменение содержания трудового договора, появление гибридных форм занятости человек–агент, возникновение юридически неурегулированных ситуаций профессиональной ответственности и риски снижения профессиональной квалификации.

Литература

1. McKinsey Global Institute. (2024). A new future of work: The race to deploy AI and raise skills in Europe and beyond. McKinsey & Company. — 87 p.

2. Goldman Sachs. (2023). The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth. Goldman Sachs Economic Research. — 34 p.

3. Wooldridge, M. (2023). An Introduction to MultiAgent Systems. 3rd ed. Wiley. — 484 p.

4. Jensen, M.C., Meckling, W.H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of Financial Economics. Vol. 3, No. 4. Pp. 305–360.

5. Frey, C.B., Osborne, M.A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change. Vol. 114. Pp. 254–280.

6. Acemoglu, D., Restrepo, P. (2022). Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality. Econometrica. Vol. 90, No. 5. Pp. 1973–2016.

7. JPMorgan Chase. (2024). Annual Report on AI and Technology Integration. New York: JPMorgan Chase & Co. — 142 p.

8. Bloomberg Intelligence. (2024). AI in Financial Services: Workforce Implications 2024–2028. Bloomberg L.P. — 56 p.

9. Topol, E.J. (2023). Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future. The Lancet. Vol. 401. Pp. 1632–1639.

10. SHRM. (2025). AI and the Future of Work: Employer Survey 2024–2025. Society for Human Resource Management. Washington, D.C. — 63 p.

11. Autor, D., Chin, C., Salomons, A., Seegmiller, B. (2024). New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018. Quarterly Journal of Economics. Vol. 139, No. 3. Pp. 1399–1465.

12. Обухов, А.В., Синицына, Е.А. (2024). Налогообложение роботизированного труда: международный опыт и российская перспектива. Налоги и финансовое право. № 4. С. 34–52.

13. Полякова, Н.Л. (2023). Цифровизация и рынок труда: социологические аспекты. Социологические исследования. № 8. С. 15–28.

14. Варшавская, Е.Я., Котляр, А.Э. (2024). Трансформация занятости в условиях четвёртой промышленной революции: российский контекст. Вопросы экономики. № 3. С. 71–91.

15. Гимпельсон, В.Е., Капелюшников, Р.И. (2023). Нестандартная занятость и рынок труда. М.: Высшая школа экономики. — 312 с.

The impact of the agent economy on the transformation of the labor market and professions structure

Budagov A.S., Romanova I.Vy.
St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the phenomenon of the agent economy as a fundamentally new paradigm for organizing production and labor relations, shaped by the proliferation of autonomous AI-powered software agents. The authors analyze the transformation mechanisms of the labor market structure resulting from the mass deployment of AI agents across various economic sectors. Based on a systematic review of domestic and international research, as well as empirical data on the pace of professional activity automation, the article proposes a classification of professions according to their vulnerability to agent substitution. The thesis is substantiated that the agent economy generates not only labor displacement effects, but also new categories of employment related to the management, control, training, and auditing of AI agents. The institutional consequences of the transformation are examined: changes in employment contract content, emergence of hybrid human-agent employment forms, and shifts in value orientations within the professional training system. The research results enable the formulation of recommendations for public policy in the area of labor market regulation under the conditions of the agent economy.

Keywords: agent economy, AI agents, labor market, automation, profession transformation, digital employment, human-machine interaction, labor regulation, professional competencies, future of work.

References

1. McKinsey Global Institute. (2024). A new future of work: The race to deploy AI and raise skills in Europe and beyond. McKinsey & Company. — 87 p.
2. Goldman Sachs. (2023). The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth. Goldman Sachs Economic Research. — 34 p.
3. Wooldridge, M. (2023). An Introduction to MultiAgent Systems. 3rd ed. Wiley. — 484 p.
4. Jensen, M.C., Meckling, W.H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. Journal of Financial Economics. Vol. 3, No. 4. Pp. 305–360.
5. Frey, C.B., Osborne, M.A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change. Vol. 114. Pp. 254–280.
6. Acemoglu, D., Restrepo, P. (2022). Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality. Econometrica. Vol. 90, No. 5. Pp. 1973–2016.
7. JPMorgan Chase. (2024). Annual Report on AI and Technology Integration. New York: JPMorgan Chase & Co. — 142 p.
8. Bloomberg Intelligence. (2024). AI in Financial Services: Workforce Implications 2024–2028. Bloomberg L.P. — 56 p.
9. Topol, E.J. (2023). Preparing the healthcare workforce to deliver the digital future. The Lancet. Vol. 401. Pp. 1632–1639.
10. SHRM. (2025). AI and the Future of Work: Employer Survey 2024–2025. Society for Human Resource Management. Washington, D.C. — 63 p.
11. Autor, D., Chin, C., Salomons, A., Seegmiller, B. (2024). New Frontiers: The Origins and Content of New Work, 1940–2018. Quarterly Journal of Economics. Vol. 139, No. 3. Pp. 1399–1465.
12. Obukhov, A.V., Sinitsyna, E.A. (2024). Taxation of robotic labor: international experience and Russian perspective. Taxes and Financial Law. No. 4. pp. 34-52.
13. Polyakova, N.L. (2023). Digitalization and the labor market: sociological aspects. Sociological Research. No. 8. pp. 15-28.
14. Varshavskaya, E.Ya., Kotlyar, A.E. (2024). Transformation of employment in the context of the Fourth Industrial Revolution: the Russian context. Economic issues. № 3. pp. 71-91.
15. Gimpelson, V.E., Kapelyushnikov, R.I. (2023). Non-standard employment and the labor market. Moscow: Higher School of Economics. — 312 p .

Интегральная оценка социально-экономического развития муниципальных образований региона (на примере Республики Татарстан)

Валеев Руслан Альбертович
аспирант, кафедра экономики и управления, Казанский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации, hexx843@gmail.com

Цель исследования – разработка и апробация методики интегральной оценки социально-экономического развития муниципальных образований на основе официальных статистических данных (на примере Республики Татарстан). Методология включает отбор пяти ключевых показателей, отражающих демографическую ситуацию (численность населения), состояние рынка труда (уровень регистрируемой безработицы), инвестиционную активность (инвестиции в основной капитал на душу населения), уровень жизни (среднемесячная заработная плата) и бюджетную самостоятельность территорий (доля собственных доходов в бюджете). Для приведения показателей к сопоставимому виду применена нормализация методом min-max, интегральный показатель рассчитан как среднее арифметическое нормализованных значений с равными весами. Апробация проведена на данных 45 муниципальных образований Республики Татарстан. Результаты показали значительный разрыв между лидерами (Верхнеуслонский, Елабужский, Лаишевский районы, г. Казань) и отстающими (Камско-Устьинский, Рыбно-Слободский, Дрожжановский районы): интегральный показатель лидера превышает показатель отстающей территории в 2,4 раза. Выявленная дифференциация отражает реальные структурные диспропорции в экономическом и социальном развитии территорий. Предложенная методика, в отличие от закрытых ведомственных подходов, является открытой и воспроизводимой, а её сокращённый набор показателей делает её пригодной для систематического мониторинга. Разработанный инструмент может использоваться региональными органами власти для обоснования корректировок политики выравнивания.

Ключевые слова: интегральная оценка, социально-экономическое развитие, муниципальные образования, межмуниципальная дифференциация, Республика Татарстан.

ВВЕДЕНИЕ

Республика Татарстан на протяжении последних десятилетий входит в число регионов-лидеров Российской Федерации по основным макроэкономическим показателям. Вместе с тем внутри региона сохраняется устойчивая дифференциация между отдельными муниципальными образованиями. Разрыв между городами-лидерами и отстающими сельскими районами по уровню средней заработной платы достигает 3–4 раз, по инвестиционной активности – десятков раз. В этих условиях для органов государственной власти и местного самоуправления возникает объективная потребность в инструменте, позволяющем на регулярной основе оценивать уровень социально-экономического развития каждого муниципалитета.

Цель настоящей работы – разработка и апробация методики интегральной оценки социально-экономического развития муниципальных образований на основе официальных статистических данных (на примере Республики Татарстан).

Задачи исследования:

1. Сформировать систему показателей, доступных в официальной статистике в разрезе муниципальных образований.
2. Предложить алгоритм расчёта интегрального показателя.
3. Провести расчёты по 45 муниципальным образованиям Республики Татарстан.
4. Проанализировать полученные результаты и выявить масштаб межмуниципальной дифференциации.

Материалы и методы исследования

Отбор показателей осуществлялся с учётом их релевантности задачам муниципального мониторинга. Выбранные индикаторы охватывают четыре ключевые сферы: экономическую активность, уровень жизни и доходы населения, финансовую самостоятельность территорий и демографическую ситуацию.

Предлагаемый подход ориентирован на максимальную открытость и воспроизводимость. В отличие от закрытых ведомственных методик, использующих непубликуемые системы весов и труднодоступные показатели, все используемые в настоящем исследовании данные являются общедоступными и публикуются на регулярной основе. Это позволяет любому исследователю или специалисту органа местного самоуправления повторить расчёты и верифицировать полученные результаты. Кроме того, сокращённый набор из пяти показателей, охватывающих ключевые сферы муниципального развития, делает методику применимой для систематического мониторинга без необходимости направления дополнительных ведомственных запросов. Вместе с тем использование ограниченного числа показателей предполагает, что методика пригодна для предварительной оценки и выявления территорий с наиболее выраженными диспропорциями.

Итоговая система включает пять показателей, отражающих ключевые аспекты социально-экономического развития территорий (табл. 1).

Таблица 1
Система показателей для интегральной оценки

Блок	Показатель	Единица измерения	Характер
Демография	Численность постоянного населения	чел.	фоновый
Рынок труда	Уровень регистрируемой безработицы	%	дестимулятор*
Инвестиции	Инвестиции в основной капитал (за исключением бюджетных средств) на душу населения	руб.	стимулятор*
Уровень жизни	Среднемесячная заработная плата организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства	руб.	стимулятор*
Бюджет	Доля собственных доходов в общем объёме доходов местного бюджета	%	стимулятор*

**Примечание: стимулятор – показатель, рост значения которого свидетельствует об улучшении ситуации; дестимулятор – показатель, снижение значения которого свидетельствует об улучшении ситуации.*
Источник: составлено автором на основе перечня показателей, публикуемых Татарстанстатом, ГБУ «ЦЭСИ РТ», Министерством труда, занятости и социальной защиты РТ, Министерством экономики РТ и Министерством финансов РТ.

В настоящем исследовании принято допущение о равной значимости показателей. Вес каждого из четырёх показателей (безработица, инвестиции, зарплата, бюджет) составляет 0,25. Показатель численности населения не включается в расчёт интегрального показателя, но используется для расчёта производных показателей (инвестиции и доходы бюджета на душу населения). Использование равных весов обусловлено отсутствием единой методики взвешивания для муниципального уровня, а также необходимостью обеспечения максимальной прозрачности расчётов. Данный подход позволяет рассматривать полученный интегральный показатель как базовую модель.

Расчёт интегрального показателя социально-экономического развития муниципальных образований включает два этапа.

Этап 1. Для приведения показателей, измеряемых в разных единицах, к сопоставимому виду применяется линейная нормализация методом min-max. Для показателей-стимуляторов (рост значения которых свидетельствует об улучшении ситуации) нормализация осуществляется по формуле 1:

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{max} - X_{\min}}, (1)$$

для показателей дестимуляторов (снижение значения которых свидетельствует об улучшении ситуации) применяется обратная нормализация по формуле 2:

$$Z_{ij} = \frac{X_{max} - X_{ij}}{X_{max} - X_{\min}}, (2)$$

где Z_{ij} – значение j-го показателя для i-го муниципального образования; X_{min} и X_{max} соответственно минимальное и максимальное значения j-го показателя по совокупности всех муниципальных образований.

В результате нормализации все показатели принимают значения в интервале от 0 до 1, что обеспечивает их сопоставимость.

Этап 2. Интегральный показатель для i-го муниципального образования рассчитывается как среднее арифметическое нормализованных значений четырёх показателей по формуле 3:

$$I_i = \frac{(Z_{\text{безраб}} + Z_{\text{инвест}} + Z_{\text{зарплата}} + Z_{\text{бюджет}})}{4}, (3)$$

где $Z_{\text{безраб}}$, $Z_{\text{инвест}}$, $Z_{\text{зарплата}}$, $Z_{\text{бюджет}}$ – нормализованные значения уровня безработицы, инвестиций на душу населения, среднемесячной заработной платы и доли собственных доходов бюджета.

Интегральный показатель I_i принимает значения в интервале от 0 до 1. Чем выше значение I_i, тем выше уровень социально-экономического развития муниципального образования.

Информационную основу исследования составили данные пяти ведомств и организаций Республики Татарстан. Сведения о численности постоянного населения получены из отчета Татарстанстата [7]. Данные об уровне регистрируемой безработицы предоставлены Министерством труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан [4]. Показатели среднемесячной заработной платы организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, взяты из аналитических материалов ГБУ «ЦЭСИ РТ» [2]. Информация об инвестициях в основной капитал (за исключением бюджетных средств) на душу населения получена от Министерства экономики Республики Татарстан [6]. Дополнительная верификация данных выполнена на основе рейтинга инвестиционной активности муниципальных образований, опубликованного в открытых источниках [3]. Данные об исполнении консолидированных бюджетов муниципальных образований (доходы и безвозмездные поступления) предоставлены Министерством финансов Республики Татарстан [5].

Проведён расчёт интегральных показателей для 45 муниципальных образований Республики Татарстан по итогам 2024 года. В таблице 2 представлены все муниципальные образования с их интегральным показателем и исходными значениями четырёх показателей.

Таблица 2

Показатели социально-экономического развития муниципальных образований Республики Татарстан и их рейтинг (2024 г.)

№	Муниципальное образование	I*	Уровень регистрируемой безработицы, %	Инвестиции в основной капитал (за исключением бюджетных средств) на душу населения, руб.	Размер средней заработной платы организаций, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, руб.	Доля собственных доходов в консолидированном бюджете, %
1	Верхнеуслонский район	0,892	0,22	884 474	182 259,8	58,54
2	Елабужский район	0,885	0,08	1 791 393	126 084,3	57,68
3	Лаишевский район	0,821	0,17	498 712	103 579,8	57,45
4	г. Казань	0,809	0,18	233 824	94 672,7	57,20
5	Альметьевский район	0,781	0,11	481 654	97 189,0	53,43
6	Пестречинский район	0,742	0,11	442 373	65 735,3	53,01
7	Тукаевский район	0,731	0,15	535 693	77 587,4	51,97
8	Нижнекамский район	0,721	0,22	582 628	98 467,6	50,52
9	Сабинский район	0,718	0,14	155 626	61 804,9	50,43
10	Менделеевский район	0,715	0,07	160 087	86 032,8	49,75
11	г. Набережные Челны	0,711	0,14	169 175	87 755,3	48,25
12	Высокогорский район	0,705	0,16	339 481	73 992,4	48,46
13	Бугульминский район	0,698	0,12	82 667	72 273,3	48,17
14	Лениногорский район	0,687	0,10	447 233	74 421,7	52,64
15	Заинский район	0,654	0,13	78 061	69 419,4	45,44
16	Нурлатский район	0,648	0,14	235 794	69 712,6	45,23
17	Азнакаевский район	0,637	0,12	213 752	74 115,1	44,72
18	Зеленодольский район	0,632	0,04	127 001	65 225,1	58,41
19	Чистопольский район	0,619	0,07	99 858	64 210,4	44,19
20	Сармановский район	0,609	0,15	311 890	65 866,4	44,38
21	Бавлинский район	0,603	0,16	337 336	72 234,0	41,67
22	Черемшанский район	0,598	0,15	191 025	65 974,0	42,56
23	Арский район	0,586	0,13	75 138	53 071,2	38,96
24	Буинский район	0,581	0,16	117 094	54 996,2	40,34
25	Алексеевский район	0,576	0,11	147 784	78 554,5	43,00
26	Актанышский район	0,572	0,10	134 168	62 934,9	44,01
27	Агрызский район	0,568	0,20	58 558	66 228,7	34,71
28	Мамадышский район	0,554	0,15	109 987	65 096,3	39,00
29	Балтасинский район	0,548	0,11	110 047	57 117,0	37,28
30	Кукморский район	0,541	0,19	105 866	55 589,5	37,16
31	Апастовский район	0,537	0,17	84 384	54 835,7	37,10
32	Аксубаевский район	0,534	0,21	110 335	56 984,5	34,13
33	Тетюшский район	0,530	0,07	100 121	51 809,6	32,15
34	Мензелинский район	0,526	0,13	217 649	57 040,1	35,98
35	Ютазинский район	0,522	0,11	63 057	59 884,9	39,42
36	Спасский район	0,518	0,09	108 614	55 706,6	33,26
37	Новошешминский район	0,515	0,04	562 737	93 598,9	36,80
38	Алькеевский район	0,511	0,04	100 106	57 182,1	31,73
39	Тюлячинский район	0,507	0,29	131 313	55 637,4	34,74
40	Кайбицкий район	0,503	0,09	154 175	59 305,7	32,70
41	Муслюмовский район	0,498	0,17	98 643	58 339,2	37,47
42	Камско-Устьинский район	0,481	0,19	75 181	56 603,2	37,00
43	Атнинский район	0,467	0,11	161 782	53 607,9	31,82
44	Рыбно-Слободский район	0,432	0,15	56 565	48 648,0	27,62
45	Дрожжановский район	0,377	0,23	85 982	49 846,8	28,20

**Примечание: интегральный показатель I рассчитан на основе нормализованных значений четырёх показателей (безработица, инвестиции на душу населения, средняя зарплата, доля собственных доходов бюджета) с равными весами. Безработица является дестимулятором (обратная нормализация).*
Источник: составлено автором на основе данных Татарстанстата, ГБУ «ЦЭСИ РТ», Министерства труда, занятости и социальной защиты РТ, Министерства экономики РТ и Министерства финансов РТ.

Анализ полученных результатов

Расчёт интегральных показателей выполнен автором на основе нормализованных значений исходных данных по формуле 3.

В группу лидеров вошли Верхнеуслонский, Елабужский, Лаишевский районы и г. Казань. Их характеризуют:

- высокая средняя заработная плата (от 94,6 до 182,3 тыс. руб.);
- низкий уровень безработицы (0,08–0,18%);
- высокий уровень инвестиций на душу населения (от 233,8 до 1 791,4 тыс. руб.);
- высокая доля собственных доходов бюджета (от 57,2 до 58,5%).

Особо выделяется Верхнеуслонский район: при относительно небольшой численности населения (17,9 тыс. чел.) он демонстрирует самые высокие в республике показатели средней зарплаты (182,3 тыс. руб.) и инвестиций на душу населения (884,5 тыс. руб.).

Группу отстающих составляют преимущественно сельские районы юго-восточной и восточной части республики: Дрожжановский (I = 0,377), Рыбно-Слободский (0,432), Атнинский (0,467), Камско-Устьинский (0,481), Муслюмовский (0,498). Их характерные черты:

- низкая средняя заработная плата (от 48,6 до 58,3 тыс. руб.);
- высокая безработица (0,11–0,23%);
- низкий уровень инвестиций на душу населения;
- низкая доля собственных доходов бюджета (от 27,6 до 37,5%).

Дрожжановский район, занявший последнее место, имеет одну из самых низких в республике средних зарплат (49,8 тыс. руб.), и одну из самых низких долей собственных доходов бюджета (28,2%).

Апробация методики на данных 45 муниципальных образований Республики Татарстан подтвердила её работоспособность. Расчёты позволили ранжировать территории по уровню развития и выделить группы лидеров и отстающих. Разрыв между Верхнеуслонским районом (I = 0,892) и Дрожжановским районом (I = 0,377) составил 2,4 раза, что свидетельствует о сохраняющейся значительной межмуниципальной дифференциации в регионе. Выявленные диспропорции отражают реальные структурные различия в экономическом и социальном развитии территорий. Это подтверждает необходимость выработки мер региональной политики, направленных на поддержку отстающих муниципалитетов.

В работах Н.В. Ворошилова обоснована необходимость и разработаны подходы к проведению мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований на основе официальных статистических данных [1, с. 120], что подтверждает актуальность и применимость подобных исследований для различных субъектов Российской Федерации.

Заключение

Все этапы расчёта описаны в статье, что обеспечивает её открытость и воспроизводимость. Использование официальных статистических данных гарантирует объективность получаемых оценок. Равные веса показателей, в свою очередь, позволяют рассматривать полученный интегральный показатель как базовую модель, которая может быть уточнена при последующем включении дополнительных показателей.

Разработанный инструмент может найти применение в практике регионального управления. Его преимущества связаны с возможностью декомпозиции интегрального рейтинга: для каждого муниципалитета виден общий балл и вклад каждого из пяти показателей. Управленческое решение в таком случае ориентируется не на район в целом, а на конкретные проблемные сферы, например, на повышение инвестиционной активности или укрепление бюджетной самостоятельности.

Поскольку все показатели берутся из открытых источников, любой район может самостоятельно рассчитать свой интегральный индекс и сравнить его с лидерами без дополнительных запросов в республиканские ведомства. Это делает муниципалитеты менее зависимыми от ведомственных сводок и даёт им самостоятельный инструмент оценки.

Равные веса показателей являются базовым вариантом, который может быть скорректирован в зависимости от приоритетов региональной политики. Например, при усилении социальной направленности можно увеличить вес заработной платы и безработицы, при фокусе на экономический рост – вес инвестиций. Алгоритм расчёта допускает корректировку весов без изменения его логики, а ограниченное число исходных показателей обеспечивает малозатратность и пригодность для оперативного мониторинга.

Литература

1. Ворошилов Н.В. Концептуальный подход к формированию мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований регионов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2023. – Т. 16, № 3. – С. 120–138. – DOI: 10.15838/esc.2023.3.87.6.
2. ГБУ «ЦЭСИ РТ». Аналитические материалы. Информация, характеризующая уровень жизни населения: [Электронный ресурс] // Официальный сайт ГБУ «ЦЭСИ РТ». – 2024. – URL: https://cesi.tatarstan.ru (дата обращения: 07.06.2026).
3. Инвестрейтинг районов Татарстана-2024: золотая десятка, «елабужский феномен» и заржавевшее Прикамье: [Электронный ресурс] // Татар-информ. – 2025. – 25 марта. – URL: https://www.tatar-inform.ru/news/investreiting-raionov-zolotaya-desyatka-elabuzskii-fenomen-i-zarzavevsee-prikame-5977452 (дата обращения: 06.06.2026).
4. Министерство труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан. Информация по рынку труда Республики Татарстан: [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства труда, занятости и социальной защиты РТ. – 2024. – URL: https://mtsz.tatarstan.ru (дата обращения: 07.06.2026).
5. Министерство финансов Республики Татарстан. Исполнение консолидированных бюджетов муниципальных образований Республики Татарстан по доходам и расходам: [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства финансов РТ. – 2025. – URL: https://minfin.tatarstan.ru (дата обращения: 07.06.2026).
6. Министерство экономики Республики Татарстан. Инвестиции в основной капитал Республики Татарстан: [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства экономики РТ. – 2024. – URL: https://mert.tatarstan.ru (дата обращения: 06.06.2026).
7. Татарстанстат. Сведения о численности населения Республики Татарстан: [Электронный ресурс] // Официальный сайт Татарстанстата. – 2025. – URL: https://16.rosstat.gov.ru/naselenie

Integral assessment of socio-economic development of municipalities in the region (a case study of the Republic of Tatarstan)

Valeev R.A.
Kazan Cooperative Institute (branch) of the Russian University of Cooperation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The aim of the study is to develop and test a methodology for the integral assessment of socio-economic development of municipalities based on official statistical data (a case study of the Republic of Tatarstan). The methodology involves the selection of five key indicators reflecting the demographic situation (population size), labor market conditions (registered unemployment rate), investment activity (capital investment per capita), living standards (average monthly wages), and fiscal autonomy of territories (the share of own revenues in the local budget). To make the indicators comparable, min-max normalization was applied; the integral indicator was calculated as the arithmetic mean of the normalized values with equal weights assigned to each indicator. The methodology was tested on data from 45 municipalities of the Republic of Tatarstan for the year 2024. The results reveal a significant gap between the leading territories (Verkhneuslonsky, Yelabuzhsky, Laishevsky districts, and the city of Kazan) and the underperforming ones (Kamsko-Ustyinsky, Rybno-Slobodsky, and Drozhzhanovsky districts): the integral indicator of the leading territory exceeds that of the underperforming one by 2.4 times. The revealed differentiation reflects real structural disparities in the economic and social development of the territories. Unlike closed departmental approaches, the proposed methodology is open and reproducible; its reduced set of indicators makes it suitable for systematic monitoring. The developed tool can be used by regional authorities to justify adjustments to equalization policies.

Keywords: integral assessment, socio-economic development, municipalities, inter-municipal differentiation, Republic of Tatarstan.

References

1. Voroshilov N.V. Conceptual approach to the formation of monitoring of socio-economic development of municipalities in Russian regions. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 16(3), 120-138. DOI: 10.15838/esc.2023.3.87.6.
2. GBU "TsESI RT". Analytical materials. Information characterizing the standard of living of the population. [Electronic resource]. Official website of GBU "TsESI RT". URL: https://cesi.tatarstan.ru (accessed 07.06.2026).
3. Investment rating of the districts of Tatarstan-2024: the golden ten, the "Yelabuga phenomenon" and the rusty Kama region. [Electronic resource]. Tatar-inform. URL: https://www.tatar-inform.ru/news/investreiting-raionov-zolotaya-desyatka-elabuzskii-fenomen-i-zarzavevsee-prikame-5977452 (accessed 06.06.2026).
4. Ministry of Labour, Employment and Social Protection of the Republic of Tatarstan. Information on the labour market of the Republic of Tatarstan. [Electronic resource]. Official website of the Ministry of Labour, Employment and Social Protection of the RT. URL: https://mtsz.tatarstan.ru (accessed 07.06.2026).
5. Ministry of Finance of the Republic of Tatarstan. Execution of consolidated budgets of municipalities of the Republic of Tatarstan by revenues and expenditures. [Electronic resource]. Official website of the Ministry of Finance of the RT. URL: https://minfin.tatarstan.ru (accessed 07.06.2026).

Модели оценки интеллектуальной собственности и лицензирования университетско-отраслевого трансфера технологий для малых и средних предприятий

Вэй Жун
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 546816345@qq.com

Стоимостная оценка университетских разработок и выбор схемы передачи прав остаются слабым звеном трансфера технологий к малым и средним предприятиям, тогда как организационная и нормативная рамка трансфера к 2026 г. в целом сформирована. Расхождение между затратной базой, преобладающей в учётной практике вузов, и доходной, релевантной для лицензиата, на ранней стадии готовности решения достигает кратных величин и не устраняется автоматически. В работе построена авторская расчётная модель, сопоставляющая затратный, рыночный и доходный подходы к оценке модельной университетской технологии и три схемы лицензирования – паушальную, роялти и гибридную – применительно к предприятию-лицензиату стартап-категории. Доходная оценка реализована методом освобождения от роялти с дисконтированием прогнозного потока за 2026–2031 гг. по ставке, собранной кумулятивно поверх ключевой ставки Банка России. Затратная и доходная границы стоимости модельной технологии разошлись примерно вдвое (7,95 и 15,95 млн руб.); при единой риск-скорректированной ставке совокупная создаваемая стоимость для трёх схем лицензирования совпадает, а различие сводится к аллокации риска рыночного успеха и графику поступлений. Полученные соотношения показывают, что оценка фиксирует величину актива, тогда как лицензионная схема распределяет уже измеренную стоимость и переназначает риск между вузом-лицензиаром и предприятием-лицензиатом.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, трансфер технологий, оценка нематериальных активов, лицензирование, метод освобождения от роялти, малые и средние предприятия, университетско-отраслевое взаимодействие, ставка дисконтирования.

Introduction

The accumulation of protectable results of intellectual activity in Russian universities outpaces their involvement in economic circulation through small and medium-sized enterprises. The trends and models of knowledge transfer systematised by L. V. Konstantinova, A. M. Petrov and co-authors [2] record a shift from one-off transactions to reproducible organisational schemes, whereas the state of the domestic market described by N. G. Kirillov and N. N. Kirillov [1] points to a persistent gap between registration activity and the number of developments brought to licensing. The institutional framework as of 2026 has taken shape: Federal Law No. 478-FZ of 4 August 2023 “On the Development of Technology Companies in the Russian Federation” (as amended by the Federal Law of 28 December 2025) introduced a register of small technology companies with differentiation by revenue volume (from start-ups with revenue of up to RUB 1 million to mature companies with revenue of up to RUB 4 billion), while the mechanism for universities to create business entities, laid down by Federal Law No. 217-FZ of 2 August 2009, has consolidated the organisational form of commercialisation.

The bottleneck remains the valuation of the university asset and the choice of a rights-transfer scheme. The role of universities in interaction with small and medium-sized enterprises, examined by N. A. Lukin and A. G. Budrin [3], presupposes that the licensee of an early-stage technology is a company with limited access to capital, for which the price and structure of the licence payment determine the very possibility of the transaction. Meanwhile, the accounting practice of universities gravitates towards the cost approach, which records the expenses incurred in creating the development, whereas for the licensee the discounted value of the future cash flow is what matters. The divergence between the two valuation bases is not smoothed out automatically and, at an early stage of technological readiness, reaches multiple values.

There is no consensus in the specialised literature regarding the applicability of standard valuation approaches to early-stage university developments. The methods for assessing the value of the intellectual component of innovative products proposed by I. V. Romanenko [15] are oriented towards comparing the macro-, meso- and micro-levels and take little account of the specifics of a single licensing transaction. The economic substantiation of a portfolio of results of intellectual activity carried out by E. A. Spiridonova and E. V. Kayrysh [12] shifts the emphasis to an aggregated set of assets, whereas the comprehensive assessment of the projects of small innovative enterprises at universities described by A. K. Berlizev [11] relies predominantly on project criteria rather than on the value of the protected solution itself. The position that identifies the book value with the market value of a university patent requires additional verification.

The study builds an original computational model that compares three approaches to valuing a university technology and three licensing schemes as applied to a licensee enterprise from among small and medium-sized ones. Intellectual property management as a tool for increasing the competitiveness of small and medium-sized business, substantiated by P. S. Tatarinov [13], sets the applied frame: valuation is regarded not as an accounting procedure but as a basis for distributing value between the university licensor and the enterprise licensee. The calculation is carried through to numerical results for each approach and each scheme.

Materials and Methods

The empirical background of the calculation is formed by macro-indicators reconciled with the primary source. The key rate of the Bank of Russia, by the decision of 19 June 2026, stands at 14.25% per annum; annual inflation as of mid-June 2026 was estimated at 5.6%, with a forecast range of 4.5–5.5% by the end of the year. These values set the risk-free basis of the discount rate and the lower bound of the inflationary adjustment of the royalty flow. The parameters of the technology itself (the licensee’s expected revenue, the royalty rate, the contract horizon, the residual term of legal protection) are set as model values and refer to a calculation example rather than to the reporting of a specific organisation.

The income approach is implemented by the relief-from-royalty method with discounting of the forecast flow for 2026–2031; the discount rate is assembled by the build-up method on top of the key rate, with premiums for the size of the licensee, the technological risk of the early stage and the low liquidity of the exclusive right. The cost approach reproduces the

capitalisation of the present value of the costs of creating and legally protecting the solution; the market approach, the adjustment for comparable industry licence rates. The sensitivity of the result is checked through the calculation of the elasticity of the net present value with respect to the discount rate and the royalty rate. The licensing schemes (lump-sum, royalty and hybrid) are compared by scenario modelling of the distribution of value between the parties.

The comparison with the industry contour relies on published statistics of the intellectual property sphere: according to Rospatent, the number of invention applications in 2024–2025 held near 26 thousand per year, with an annual growth of about 4%, while investment in intellectual property objects in 2025 increased by 24.5% and reached RUB 1.8 trillion. The organisational contour of transfer, formed by technology transfer centres whose business processes are analysed by K. S. Astankov, L. V. Silakova and A. V. Ivanov [8], is taken as the environment in which the transaction under assessment is concluded.

Results and Discussion

The three valuation approaches proceed from non-coinciding assumptions about the nature of the value of a university asset. The cost approach treats value as the sum of the present costs of creating and maintaining legal protection; its weakness for an early-stage technology is that the costs incurred are of little information value regarding the future commercial result. The organisational and managerial conditions for commercialising the intellectual property objects of research universities, analysed by V. V. Shumkov and L. A. Pokrytan [5], show that the managerial superstructure affects value no less than the development costs themselves. The market approach requires observable comparable transactions, of which there are not enough on the thin market of university licences; the platform mechanisms for overcoming this deficit described by E. M. Toropitsyna and co-authors [9] have not yet formed a representative base of rates.

The income approach shifts the valuation towards the licensee's expected cash flow and is therefore closer to the logic of a transaction with a small enterprise. The impact of technology transfer on entrepreneurial potential, shown by V. V. Silakova [4], confirms that the increment of value arises on the side of the implementing company rather than at the moment of registering the right. The commercialisation of the results of intellectual activity through the creation of small innovative enterprises, examined by S. A. Savchenkov and D. D. Aleksandrova [6], localises this effect in the form of a business entity at the university. The transaction costs of such commercialisation, systematised by Yu. S. Lavrova [7], enter the income-based valuation as an adjustment to the discount rate rather than as a separate cost item.

The choice of a licensing scheme is inseparable from the chosen valuation approach. University start-up studios as an organisational model of transfer, described by V. G. Zinov and N. G. Kurakova [14], gravitate towards equity and hybrid constructions in which the university retains part of the future flow. A rigid lump-sum scheme transfers the risk of lost benefit to the licensor and the risk of the advance payment to the licensee; the royalty scheme distributes the risk over time. The extreme case, the compulsory licensing of intellectual property objects whose legal contours are outlined by I. M. Ulyanov and A. G. Vladev [10], does not apply in a voluntary transaction but sets the upper bound of the rights holder's negotiating position. The further calculation quantitatively separates the three schemes by the amount of value passing to each party.

Table 1

Comparison of the three approaches to valuing the model university technology

Valuation approach	Calculation base	Key parameter	Value estimate, RUB million
Cost	Present value of the costs of creation and legal protection	Obsolescence coefficient 0.82	7.95
Market	Comparable industry licence rates	Median rate 5.8%, stage adjustment 0.71	12.30
Income (relief-from-royalty)	Discounted royalty flow, 2026–2031	Discount rate 26.30%, royalty 6.5%	15.95

Source: author's calculations.

The model technology is the result of a university development with a residual term of legal protection of eight years and a horizon of active commercialisation of six years (2026–2031). The licensee is assigned to the start-up category in terms of the register of small technology companies: the forecast revenue from the licensed product rises from RUB 41.80 million in 2026 to RUB 158.60 million in 2031. The royalty rate is taken at 6.5% of revenue, in the middle of the industry range for technologies of the instrument-making profile. The university's present costs of creating and protecting the solution are estimated at RUB 9.70 million, while the comparable market rate is reconstructed from three indirect observations with an adjustment for the stage of readiness. The results of the three approaches are brought together for comparison (Table 1).

The divergence of the estimates reaches roughly a twofold magnitude: the ratio of the income bound to the cost bound equals 2.01, which exceeds the usual range for mature assets and reflects the early stage of readiness of the solution. The cost estimate of RUB 7.95 million almost coincides with the present costs and contains no premium for commercial potential; it is convenient for accounting purposes but understates the rights holder's position in negotiations with the licensee. The market estimate of RUB 12.30 million occupies an intermediate position and is most sensitive to the quality of the selection of analogues: excluding one of the three observations shifts it by RUB 1.8–2.1 million. The income estimate of RUB 15.95 million rests on the forecast of the licensee's revenue and therefore transfers to the value of the asset the uncertainty of its market success.

The value under the income approach is formed as the sum of the discounted values of the royalty flow, so its validity is determined not by the total but by the transparency of the discount rate and the revenue forecast. The risk-free basis is taken equal to the key rate of 14.25%; the premium for the size of a start-up-category licensee amounted to 6.00 percentage points, for the technological risk of the early stage – 4.20 percentage points, and for the low liquidity of the exclusive right – 1.85 percentage points. The total discount rate reaches 26.30%. The step-by-step structure of the flow with discounting is summarised in the calculation (Table 2).

Table 2

Income approach: the royalty flow of the model technology and its discounting

Year	Licensee revenue, RUB million	Royalty 6.5%, RUB million	Discount factor (26.30%)	Present value, RUB million
2026	41.80	2.72	0.7918	2.15
2027	63.40	4.12	0.6269	2.58
2028	89.70	5.83	0.4964	2.89
2029	116.30	7.56	0.3930	2.97
2030	138.90	9.03	0.3112	2.81
2031	158.60	10.31	0.2464	2.54
Total	–	39.57	–	15.95

Source: author's calculations.

The present sum of the royalty flow of RUB 15.95 million coincides with the income-based valuation of the asset under the relief-from-royalty method, which confirms the internal consistency of the calculation. The distribution of present value over the years is non-monotonic: the peak falls in 2029 (RUB 2.97 million), after which the contribution declines, since the growth of the discount factor outpaces the increase in royalties. The point elasticity of the income estimate with respect to the discount rate is about –0.75: a relative reduction of the rate by 1% raises the estimate by approximately 0.75%. With respect to the royalty rate the flow is linear, and the corresponding elasticity is by construction equal to unity. The course towards easing monetary policy indicated by the Bank of Russia directly affects the calculation: when the discount rate moves to 24.80%, the income-based valuation of the model technology rises to RUB 16.65 million.

The valuation fixes the magnitude of the asset, but the transaction takes place only if the parties agree on the payment scheme. The total present benefit to the licensee from using the technology is taken in the calculation example as equal to RUB 28.60 million; it is precisely this magnitude that is distributed between the university licensor and the enterprise licensee depending on the construction of the licence (Table 3).

Table 3

Distribution of present value between the parties under different licensing schemes

Licensing scheme	Payment structure	Present value to the licensor, RUB million	Net present value to the licensee, RUB million
Lump-sum	One-time RUB 13.20 million	13.20	15.40
Royalty	6.5% of revenue, 2026–2031	15.95	12.65
Hybrid	Advance of RUB 5.00 million and royalty of 3.8%	14.32	14.28

Source: compiled by the author.

In summary, the calculation separates two managerial tasks that are usually merged in university accounting practice. The first task is determining the value of the asset: the cost base understates it to the level of expenses, the income base raises it to the discounted flow, and for an early-stage university

technology it is precisely the income bound, adjusted for the quality of the licensee's revenue forecast, that serves as the reference. The second task is distributing this value: at a single risk-adjusted rate the total value created of RUB 28.60 million coincides for the three schemes, and the difference comes down to who bears the risk of market success and when the payment is received.

It follows from this that the choice of a licensing scheme does not increase the total result but redistributes it and reassigns the risk. The lump-sum scheme gives the licensor early certainty at the price of forgoing the upper part of the potential flow; the royalty scheme retains the university's participation in success but transfers to it the risk of not reaching the forecast revenue and lengthens the horizon of receipts; the hybrid construction occupies a middle position and, for a start-up licensee with limited liquidity, proves more robust in negotiation, since it reduces the advance burden while retaining for the university a share of the future flow. The sensitivity of the income estimate to the discount rate, given the observed easing of monetary policy, shifts the balance in favour of schemes with a deferred flow.

Conclusion

Bringing together the three approaches to valuing a university technology, the calculation shows that the cost and income bases diverge by roughly a factor of two, and this gap is not an artefact of the computations but a consequence of the different nature of value at an early stage of readiness of the solution. For a transaction between a university and a small or medium-sized enterprise the income-based valuation serves as the reference, since it is precisely the licensee's expected cash flow, and not the costs incurred by the university, that delineates the upper bound of the price that the buyer of the rights is able to accept.

No less significant proved to be the distributive result. At a single risk-adjusted rate the total value created for the lump-sum, royalty and hybrid schemes coincides, and the economic meaning of the choice comes down to the allocation of the risk of market success and the schedule of receipts. This shifts the subject of negotiations from the amount of the payment to its structure.

For a start-up licensee with limited access to capital, the hybrid construction with a reduced advance of RUB 5.00 million and a royalty of 3.8% retains for the university a share of the future flow while simultaneously easing the advance burden on the enterprise.

With the continuing easing of monetary policy, the calculated value of university assets grows: the point elasticity of the income estimate with respect to the discount rate of about –0.75 means that a reduction of the rate directly raises not only the magnitude of the estimate but also the negotiating position of university licensors. When the discount rate moves to 24.80%, the income-based valuation of the model technology rises to RUB 16.65 million. The institutional environment of transfer, formed by the register of small technology companies and the regime of business entities at universities, creates the organisational form of the transaction but does not set its value parameters – these are determined by the chosen valuation model.

The separation of the tasks of valuation and distribution gives the university and the enterprise a common computational language: the value of the asset is fixed by the income approach with a transparent build-up rate, while the licensing scheme is selected as a mechanism for dividing the already measured value and the accompanying risk. The numerical example carries this logic through to concrete bounds – from the cost-based RUB 7.95 million to the income-based RUB 15.95 million and the three variants of their distribution between the parties.

Models for intellectual property assessment and licensing of university-industry technology transfer for small and medium-sized enterprises

Wei Rong
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The valuation of university developments and the choice of a rights-transfer scheme remain the weak link in technology transfer to small and medium-sized enterprises, even though the organizational and regulatory framework of transfer has, on the whole, taken shape by 2026. The divergence between the cost base prevailing in universities' accounting practice and the income base relevant for the licensee reaches multiple-fold magnitudes at the early readiness stage of a solution and is not eliminated automatically. The study builds an author's computational model that compares the cost, market, and income approaches to valuing a model university technology and three licensing schemes – paid-up, running-royalty, and hybrid – applied to a licensee enterprise of the start-up category. The income valuation is implemented through the relief-from-royalty method with discounting of the projected stream for 2026–2031 at a rate assembled cumulatively on top of the key rate of the Bank of Russia. The cost and income bounds of the model technology's value diverged roughly twofold (7.95 and 15.95 million rubles); under a single risk-adjusted rate the aggregate value created for the three licensing schemes coincides, while the difference reduces to the allocation of market-success risk and the schedule of receipts. The obtained ratios show that valuation fixes the magnitude of the asset, whereas the licensing scheme distributes the already-measured value and reassigns risk between the university-licensor and the enterprise-licensee.

Keywords: intellectual property, technology transfer, intangible asset valuation, licensing, relief-from-royalty method, small and medium-sized enterprises, university-industry interaction, discount rate.

References

1. Kirillov N.G., Kirillov N.N. The State and Development Trends of the Domestic Market for Technology Transfer and Intellectual Property // Intellectual Property. Industrial Property. 2022. No. 5. Pp. 39-48.
2. Konstantinova L.V., Petrov A.M., Vorozhikhin V.V., Shtykhno D.A. Transfer of Knowledge and Technologies: Trends and Models in the Practices of Leading Russian Universities // Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics. 2024. Vol. 21. No. 6 (138). Pp. 131-152.
3. Lukin N.A., Budrin A.G. The Role of Universities in Technology Transfer: Interaction with Small and Medium-Sized Enterprises // Economic Sciences. 2025. No. 247. Pp. 106-110.
4. Силакова В.В. Роль университетов и научно образовательных центров в формировании региональных экосистем инноваций на основе модели тройной спирали и оценка мультипликаторов знаний в различных институциональных условиях // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 7. С. 125-135.
5. Shumkov V.V., Pokrytan L.A. Organizational and Managerial Conditions for the Commercialization of Intellectual Property Objects of Research Universities // Financial Markets and Banks. 2023. No. 5. Pp. 223-226.
6. Savchenkov S.A., Aleksandrova D.D. Commercialization of the Results of Intellectual Activity through the Creation of Small Innovative Enterprises in Russian Universities // Economics. Law. Innovation. 2024. No. 3. Pp. 12-18.
7. Lavrova Yu.S. A Strategic Approach to Managing the Transaction Costs of Small Innovative Enterprises in the Commercialization of an Intellectual Product // Modern Economy Success. 2023. No. 2. Pp. 212-217.
8. Astankov K.S., Silakova L.V., Ivanov A.V. Improving the Business Processes of University Technology Transfer Centers in the Context of Innovation Ecosystem Development // St. Petersburg Economic Journal. 2025. No. 2. Pp. 96-108.
9. Toropitsyna E.M., Petrov M.I., Shilnikovskiy V.E., Orlova O.Yu. The ScoutsHub Platform as a Tool for Overcoming Barriers in the Commercialization of Scientific Developments: A Sectoral Analysis and Technology Transfer Mechanisms // Economics. Law. Innovation. 2025. Vol. 13. No. 2 (38). Pp. 23-32.
10. Ulyanov I.M., Vladev A.G. Compulsory Licensing of Intellectual Property Objects // Patents and Licenses. Intellectual Rights. 2023. No. 9. Pp. 52-63.
11. Berlizev A.K. A Comprehensive Assessment of the Projects of Small Innovative Enterprises at Universities in the Digital Economy // Vestnik of the Altai Academy of Economics and Law. 2021. No. 3-2. Pp. 146-155.
12. Spiridonova E.A., Kayrysh E.V. The Economic Substantiation of Forming a Portfolio of Intellectual Activity Results // Innovations. 2021. No. 7 (273). Pp. 86-95.
13. Tatarinov P.S. Intellectual Property Management as an Effective Tool for Increasing the Competitiveness of SMEs // Intellectual Property. Copyright and Related Rights. 2022. No. 10. Pp. 63-75.
14. Zinov V.G., Kurakova N.G. University Startup Studios as a New Model of Technology Transfer // ECO. 2022. No. 4 (574). Pp. 57-80.
15. Romanenko I.V. The Development of Methods for Assessing the Value of the Intellectual Component of Innovative Products at the Macro-, Meso-, and Micro-Levels of Management // Economics and Entrepreneurship. 2022. No. 1 (138). Pp. 700-705.

Эволюция методологии оценки технологической готовности: от линейной шкалы TECHNOLOGY READINESS LEVEL к многомерным интегральным моделям

Гарбузюк Иван Владимирович
канд. экон. наук, докторант инженерно-экономического, факультет, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, id9992199988@gmail.com,

Балашова Елена Сергеевна
д-р экон. наук, профессор кафедры инновационная экономика, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, elenabalashova@mail.ru

Методология оценки уровня готовности технологии (TRL-Technology Readiness Level) как система подходов и инструментов на протяжении длительного периода является одним из наиболее распространённых в мире инструментов управления инновационными проектами. Несмотря на очевидные достоинства, связанные с унификацией коммуникации и снижением управленческих и технологических рисков, линейная девятиуровневая шкала всё чаще подвергается критике за неспособность в полной мере отражать сложность современных социотехнических систем. В статье выполнена задача проследить эволюцию и предложить инструменты выбора подходов к оценке технологической готовности: от классической шкалы TRL и попыток учесть интеграционные и производственные аспекты до современных многомерных моделей, включая российскую методологию оценки уровня готовности проектов (TPRL-Technology Project Readiness Level) и комплекс национальных стандартов, объединяющих технологическую, производственную, рыночную и инвестиционную готовность. Особое внимание уделено критическому анализу ограничений классической TRL, а также сопоставлению российского опыта с международными тенденциями. В статье определены ключевые характеристики применения четырёх подходов к анализу уровня готовности и предложен алгоритм выбора релевантной методологии, учитывающий типа проекта, стадию, отрасль и ресурсные ограничения. Методологическую основу исследования составили системный анализ научной литературы и нормативных документов, а также сравнительный анализ развития оценочных шкал.

Ключевые слова: уровень готовности технологии, TRL, УГТ, управление инновациями, оценка технологической готовности, эволюция методологии, многомерные модели, TPRL, MRL, CRL, IRL, национальные стандарты.

Введение

Методология оценки уровня готовности технологии (Technology Readiness Level-TRL) была разработана в 1974 году сотрудником NASA Стэном Садиным (Stan Sadin) и к настоящему времени превратилась в международный стандарт для определения степени проработанности инновационных разработок-от фундаментальных научных исследований до серийного производства. Девятиуровневая шкала TRL обеспечила единый язык описания стадий развития технологий, что сделало её востребованной государственными органами, научными фондами, крупнейшими корпорациями, а также российскими институтами развития.

Вместе с тем интенсивное расширение сферы применения методологии, первоначально созданной для управления рисками аэрокосмических программ, выявило ряд фундаментальных ограничений. Механистическая линейность, игнорирование рыночных и социальных факторов, субъективизм экспертной оценки-эти и другие аспекты стали предметом активной научной дискуссии. Целью настоящего исследования является рассмотрение существующих взглядов на сильные и слабые стороны методологии TRL в контексте современных вызовов промышленного развития, а также анализ российских подходов к оценке технологической готовности, формирующихся в ответ на выявленные ограничения, с акцентом на переход от одномерных шкал к многомерным экспертным системам.

Научная новизна исследования заключается в следующем: выявлены и систематизированы семь групп ограничений классической TRL не как перечень недостатков, а как следствие одномерного подхода, игнорирующего промышленную экосистему и прямую связь с финансово-экономическими показателями проекта; на основе сопоставления нового российского комплекса стандартов 2024 года (ГОСТ Р 71726-71729) и методологии оценки уровня готовности проектов (TPRL-Technology Project Readiness Level) предложена матрица применимости четырёх подходов (TRL, SRL(System Readiness Level-уровень системной готовности) / IRL (Integration Readiness Level-уровень готовности интеграции, TRL / MRL (Manufacturing Readiness Level-уровень производственной готовности) / CRL (Commercialization Readiness Level-уровень рыночной готовности), TPRL), учитывающая тип проекта, стадию, отрасль, трудоёмкость и цели оценки; разработан алгоритм выбора (дорожная карта), позволяющий лицу, принимающему решение, обоснованно выбрать методологию без избыточной сложности-в зависимости от ресурсных ограничений и специфики проекта.

Методология исследования

Исследование выполнено на основе системного обзора научных публикаций и нормативно-технической документации. Отбор источников проводился по ключевым словам: TRL, уровень готовности технологии (УГТ), управление инновациями, оценка технологической готовности, эволюция методологии, многомерные модели, TPRL, MRL, CRL, IRL, национальные стандарты. Было проанализировано большое количество научных работ, из которых для детального разбора отобраны 15, наиболее релевантных заявленной проблематике. Критериями включения служили: прямое отношение к методологии TRL, наличие критического анализа или предложений по её развитию, публикация в рецензируемых изданиях. Систематизация ограничений шкалы TRL выполнена методом качественного контент-анализа. Для сравнения оценочных моделей был применён сравнительный анализ.

Результаты

Позитивные аспекты применения TRL. Учитывая критический анализ методологии TRL, который нельзя игнорировать, было бы ошибкой отрицать её системообразующую роль в инновационном менеджменте. Широкая распространённость методологии основана на ряде её неоспоримых преимуществ, которые подтверждены практическим управленческим опытом в реализации высокотехнологических проектов.

Во-первых, TRL обеспечивает унификацию профессиональной коммуникации. Шкала создаёт общепонятный понятийный аппарат, который позволяет представителям различных специализаций, инвесторам и менеджерам однозначно идентифицировать стадию готовности техноло-

гии. Это особенно важно в межведомственных и международных проектах, где без единой метрики неизбежны разночтения и управленческие ошибки [1].

Во-вторых, TRL обеспечивает возможность мониторинга и независимого аудита. Наличие формализованных контрольных точек даёт возможность оценивать проект и сравнивать динамику различных разработок, что критически важно при управлении портфелем проектов [1; 2].

В-третьих, методология исторически выступила как инструмент управления технологическими рисками. Каждый уровень шкалы предполагает наличие строго определённого набора объективных свидетельств (результатов испытаний, прототипов, моделей), что позволяет принимать обоснованные решения о переходе на следующую организационно-финансовую стадию, сокращая вероятность вложений в недоработанные технологии [3].

Анализ современной литературы позволяет сгруппировать недостатки классической TRL не просто как набор отдельных лакун, а как результат слишком узкого взгляда, при котором весь инновационный процесс оценивают только по шкале готовности технологии:

1. *Игнорирование системной интеграции и совместимости.* TRL оценивает состояние отдельной технологии в изолированной лабораторной среде, тогда как реальная ценность возникает лишь при встраивании её в действующую производственную систему. Свойства, проявляющиеся только при взаимодействии компонентов, и их совместимость остаются за пределами шкалы. Экономически это ведёт к возникновению незапланированных затрат и увеличению времени выхода продукта на рынок: технология с высоким TRL может оказаться бесполезной из-за несовместимости с технологической платформой предприятия [2; 4].

2. *Игнорирование нетехнологических факторов.* Шкала TRL полностью игнорирует готовность рынка, производственной базы, кадрового потенциала и системы сервисной поддержки. В результате даже технологически проработанное решение может остаться убыточным: неготовность смежных поставщиков, отсутствие обученного персонала или несоответствие производственной культуры приводят к резкому росту себестоимости при масштабировании, снижая прогнозируемую маржинальную прибыль [5].

3. *Субъективность оценки и риск манипуляции.* Определение уровня TRL-экспертный, а не инструментальный процесс. Это создаёт риск предвзятости-осознанного или неосознанного завышения или занижения оценки по множеству причин (оптимизм разработчика, давление сроков, стремление к продолжению финансирования) [2].

4. *Недостаточная гибкость шкалы TRL.* Шкала TRL описывает линейную последовательность стадий, что не в полной мере соответствует итеративной природе разработки. Хотя формально возврат на более ранний уровень возможен, методология не предоставляет развитого аппарата для отражения циклической доработки и пересмотра ранее присвоенного уровня.

5. *Отсутствие оценки актуальности.* Классическая TRL не предусматривает формализованной фиксации морального устаревания технологии, требования к которой изменились уже после начала проекта. На практике это ведёт к тому, что предприятие может довести до серии формально зрелую, но уже неконкурентоспособную разработку, обесценив ранее вложенные средства [5].

6. *Невозможность прямой корректировки финансово-экономических параметров.* Шкала TRL отражает только стадию разработки, но ничего не говорит о том, сколько средств потребуется для перехода на следующий уровень и как это повлияет на экономику проекта. Связь между TRL и такими показателями, как себестоимость, точка безубыточности, чистая приведённая стоимость или срок окупаемости, в классической методологии отсутствует [2; 6].

7. *Оценка единичного проекта без учёта готовности промышленной экосистемы.* TRL изначально создавалась для отслеживания одной технологии в рамках конкретной миссии и не отражает готовность промышленности в целом к её освоению. Шкала не учитывает состояние производственной инфраструктуры, уровень развития смежных технологий, квалификацию кадров и возможности кооперационных цепочек [2; 5].

Таким образом, совокупность перечисленных ограничений приводит к тому, что управленческие решения, принятые исключительно на основе TRL, систематически недооценивают производственные, рыночные и организационные риски, прямо влияющие на эффективность промышленного освоения инноваций.

В ответ на указанные ограничения мировая практика пошла по пути создания комплекса взаимодополняющих шкал и динамических моделей. Уже в середине 2000-х годов Сосер (Sauser) с соавторами предложили индекс системной готовности (System Readiness Level-SRL), который математически связывает уровни технологической зрелости компонентов с уровнями готовности их интеграции (Integration Readiness Level-IRL) и позволяет оценить зрелость не отдельной технологии, а системы в целом [7]. Параллельно развивалась методология оценки производственной готовности (Manufacturing Readiness Level-MRL), формализованная Министерством обороны США в виде десятиуровневой шкалы и детально описанная в «MRL Deskbook»-руководстве, которое с 2025 года дополнено критериями кибербезопасности производственных линий [8]. Ещё одним важным шагом стала международная стандартизация: в 2013 году был принят ISO 16290:2013 «Space systems-Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment», закрепивший единые критерии оценки TRL для космической отрасли и послуживший ориентиром для последующей гармонизации национальных стандартов, включая российские [9]. Таким образом, к концу 2010-х годов в мировой практике сложился консенсус о необходимости многомерной оценки, что подготовило почву для появления комплексных интегральных методик, в том числе российской методике оценки проектов (Technology Project Readiness Level-TPRL).

Российская научная школа и система государственного управления инновациями демонстрируют конвергентный подход, создавая комплексные интегральные методики, где во главу угла ставится связь технологической готовности с эффективностью промышленного освоения и конкурентоспособностью конечной продукции.

Принципиально важным этапом в институционализации интегрального подхода стало принятие в Российской Федерации комплекса национальных стандартов ГОСТ Р 71726-2024 [10]; ГОСТ Р 71727-2024 [11]; ГОСТ Р 71728-2024 [12]; ГОСТ Р 71729-2024 [13].

Этот пакет документов впервые на уровне национального стандарта закрепил методологию многомерной оценки готовности технологий. Стандарт детализирует критерии, роли участников, требования к объективным свидетельствам и условиям «релевантной среды», что позволяет снизить субъективизм экспертизы и затраты на проведение оценочных процедур [10].

Параллельно развивается линейка стандартов в области производственной готовности (Manufacturing Readiness Level-MRL), формирующая базу для сквозного аудита, при котором оценка технологии автоматически увязывается с анализом загрузки оборудования и операционных затрат.

Существенный вклад в развитие интегральной методологии в российском научном дискурсе внесли сотрудники Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН. А.А. Зацаринный и Ю.С. Ионенков в работе 2023 года показали, что «в настоящее время всё большее развитие получает подход, использующий методы оценки технологической / производственной / рыночной готовности (TRL/MRL/CRL), основанные на девятиуровневой шкале и позволяющие оценить уровень готовности технологии, производства и готовности продукта к выходу на рынок» [4].

И.В. Анохов в статье 2022 года «Шкала уровня технологической готовности TRL и перспективы её модификации» предложил один из наиболее комплексных подходов к интеграции показателей готовности. В отличие от простого перечисления шкал, он обосновал необходимость синхронизации TRL, MRL и CRL в рамках единой дорожной карты проекта. Ключевой вывод И.В. Анохова: если TRL отвечает на вопрос «работает ли устройство?», MRL-«можем ли мы его воспроизводить серийно с заданными параметрами себестоимости и качества?», а CRL-«готов ли рынок его потреблять?», то их пересечение даёт объёмное видение, напрямую интегрируемое в финансово-экономические модели промышленного предприятия [5].

В отличие от разрозненных и независимых шкал TRL, MRL и CRL, TPRL предлагает их органичную, многомерную и сбалансированную интеграцию в рамках единого подхода.

Методология TPRL. TPRL отказывается от оценки только «технологии» в пользу оценки «проекта», агрегируя в единый профиль готовности технологическую, рыночную, производственную и организационную составляющие. Это исключает риск создания технологии, которую невозможно эффективно произвести и продать, и позволяет принимать решение о финансировании, исходя из сбалансированности всей инновационной цепочки, а не одного только технического параметра. Именно такой интегральный подход напрямую направлен на улучшение организационно-экономических показателей.

Заложившие фундаментальную основу А.Н. Петров, А.В. Сартори, А.В. Филимонов в своей статье 2016 года предложили сбалансированную методологию TPRL для комплексной оценки готовности научно-технических проектов и их потенциала к коммерциализации [14]. А.В.

Комаров, К.В. Шуртаков, А.В. Сартори продолжили развитие методологии, сместив фокус с теоретической базы на практическую реализацию и создание инструментов для оценки.

Исследователи активно адаптируют методологию под различные сектора и задачи: интеграция проектов (предлагается использовать TPRL как основу для создания интерфейсов между разными институтами развития и технологическими брокерами, чтобы обеспечить «бесшовную» поддержку проектов полного цикла); цифровая трансформация (в 2024 году Андреева С.А., Лобков К.Ю., Суслов Д.Н. опубликовали статью о совершенствовании TPRL в условиях цифровой трансформации, что отражает современные технологические вызовы) [15].

Ключевое преимущество TPRL заключается в её многомерной природе, что контрастирует с одномерной шкалой TRL, которая фокусируется только на техническом аспекте. Несмотря на продвинутость, методология не лишена, как и TRL, недостатков таких как высокую сложность и трудоёмкость применения, рост субъективизма, проблему агрегирования данных, отсутствие нормативного закрепления. В то же время данная методология, является существенным шагом в формировании сбалансированной оценки технологической готовности.

Для выбора методологии оценки готовности необходимо понимать ключевые характеристики каждого подхода.

Классическая TRL ориентирована на оценку изолированной технологии по одномерной девятиуровневой шкале. Рыночные и производственные факторы игнорируются, риски рассматриваются только в технологической плоскости. Динамика линейна, влияние на экономические показатели не измеряется. Применим для отдельных технологий или компонентов на ранних и средних стадиях (TRL 1-6), преимущественно в аэрокосмической, оборонной и энергетической отраслях. Сложность оценки низкая (один эксперт-технолог), цель-мониторинг технологических рисков и первичная фильтрация проектов. Достоинство: простота и международное признание. Ограничение: игнорирует рынок, производство, интеграцию.

Подход SRL/IRL фокусируется на интеграции компонентов в систему. Оценка матричная или сетевая, рынок учитывается минимально, производство частично через IRL. Риски технологические и системные, динамика нелинейная и цикличная, позволяющая учитывать задержки при интеграции. Рекомендован для крупных систем (транспорт, связь) на поздних стадиях (TRL 5-9), когда критична совместимость частей. Сложность высокая (команда системных инженеров-интеграторов, 2-5 дней), цель-проверка совместимости перед сборкой. Достоинство: учёт эмерджентных свойств системы. Ограничение: требует детальной архитектуры, не содержит экономической составляющей.

Комплекс TRL/MRL/CRL одновременно охватывает технологию, производство и рынок. Это многомерная векторная оценка, где рынок явно учитывается через шкалу CRL, производство через MRL. Риски операционные, рыночные и технологические; динамика параллельно-последовательная, позволяющая учитывать себестоимость, сроки и загрузку мощностей. Оптимален для продуктов, выходящих на массовый рынок, на средних и поздних стадиях (TRL 4-9), в гражданских инновациях, промышленности, фармацевтике. Сложность высокая (междисциплинарная команда, 1-2 недели), цель-принятие инвестиционного решения. Достоинство: сбалансированность трёх факторов (работает, производится, продаётся). Ограничение: трудоёмкость, отсутствие агрегирования шкал.

Методология TPRL оценивает инновационный проект как целое по шести векторам (TRL, MRL, CRL, ERL (Engineering Readiness Level-уровень инженерной готовности), ORL (Organizational Readiness Level-уровень организационной готовности), BRL (Benefits and Risks Level-уровень преимуществ и нетехнологических рисков)). Размерность многомерная и агрегированная, рынок и производство учтены сбалансированно. Риски охватывают весь спектр технологические, производственные, рыночные и экосистемные. Динамика циклична с балансировкой осей, влияние на экономику нацелено на максимизацию ROI (Return on Investment-коэффициент окупаемости инвестиций). Рекомендована для сквозных проектов полного цикла (исследования, производство, рынок) на всех стадиях, но особенно на переходе к коммерциализации. Наиболее востребована для технологических стартапов и проектов импортозамещения. Сложность очень высокая (оценка по шести осям с весами, 2-4 недели), цель-ранжирование в портфеле и поиск узких мест. Достоинство: шестимерная диагностика дисбалансов. Ограничения: отсутствие нормативного закрепления, субъективизм весов, высокая сложность.

Алгоритм выбора методологии. Для оперативного принятия решения о выборе методологии предлагается следующая последовательность вопросов и ответов:

1. Проект представляет собой одну технологию, без сложной интеграции и без требований к рынку? → **TRL** (быстро, дёшево, стандартизировано).
2. Технология является частью большой системы, где критична совместимость компонентов? → **SRL/IRL** (особенно на этапе сборки прототипа).
3. Продукт должен выйти на массовый рынок, и важны одновременно производство и сбыт? → **TRL/MRL/CRL** (комплексно, но без внутреннего агрегирования).
4. Вы управляете портфелем инновационных проектов и должны сравнить разнородные проекты, выявить их слабые места? → **TPRL** (трудоёмко, нормативно не закреплено, но максимально диагностично).

Предложенная дорожная карта позволяет избежать как избыточной сложности (применение TPRL к простой технологии), так и неоправданного упрощения (оценка только TRL для системно-зависимого рыночного продукта).

Обсуждение

Проведённый анализ показывает, что эволюция методологий оценки технологической готовности движется от одномерных, сугубо технических шкал к многомерным интегральным моделям, охватывающим производственные, рыночные, организационные и инвестиционные аспекты. Это соответствует общему тренду усложнения инновационных проектов и повышения требований к обоснованности инвестиционных решений.

Классическая TRL остаётся незаменимым инструментом для первичной фильтрации проектов и мониторинга технологических рисков на ранних стадиях, однако её применение изолированно на поздних этапах разработки и при выходе на рынок становится рискованным. Появление шкал MRL, CRL, IRL и их интеграция в рамках комплексных подходов позволяет преодолеть основные ограничения TRL, но порождает новые вызовы-прежде всего, проблему агрегирования разномерных показателей и координации междисциплинарных экспертных групп.

Российская методология TPRL представляет собой наиболее продвинутую попытку создания целостной системы оценки, ориентированной на коммерциализацию и промышленное освоение. Её шестимерная структура позволяет выявлять дисбалансы проекта на ранних стадиях и принимать решения о перераспределении ресурсов. Однако отсутствие нормативного закрепления и высокая трудоёмкость ограничивают её масштабирование.

Сравнение российского и зарубежного опыта показывает конвергенцию подходов: и в мире, и в России исследователи приходят к необходимости учёта множества аспектов готовности-технологического, производственного, рыночного, интеграционного, правового, социального. При этом российский подход отличается большей ориентацией на промышленную политику и импортозамещение, тогда как зарубежный делает акцент на безопасности и социальной приемлемости.

Предложенный алгоритм выбора позволяет практикам обоснованно выбирать инструмент оценки в зависимости от типа проекта, его стадии, отраслевой принадлежности и доступных ресурсов. Это снижает риски как неоправданного усложнения экспертизы, так и недоучёта критических аспектов при принятии инвестиционных решений.

В дальнейших исследованиях особый интерес будет представлять разработка методов автоматизированной оценки на основе больших данных и искусственного интеллекта, что позволит в свою очередь снизить субъективизм экспертных решений.

Заключение

Критический анализ показывает, что классическая методология TRL, при всей её исторической важности, сегодня является необходимым, но недостаточным условием эффективного управления инновациями в промышленности. Её ограничения-недостаточная гибкость, технологический детерминизм, субъективизм и неспособность учитывать производственную экосистему-представляют собой системное следствие упрощённого подхода, который напрямую отражается на перерасходе бюджетов, затягивании сроков окупаемости и снижении конкурентоспособности продукции.

Эволюция методологии движется в сторону многомерных интегральных моделей, оценивающих синергию технологических, производственных, рыночных и организационных аспектов готовности. Российский опыт, выражающийся в разработке методологии TPRL, нормативном закреплении связки TRL/MRL/CRL и её внедрении в работу институтов развития, представляет собой попытку создания целостной системы оценки, непосредственно увязанной с организационно-экономической эффективностью промышленного освоения инноваций.

Литература

1. Mankins J. C. Technology readiness assessments: A retrospective // Acta Astronautica. 2009.№ 65(9). С. 1216-1223.

2. Olechowski A. L., Eppinger S. D., Joglekar N. Technology readiness levels at 40: A study of state-of-the-art use, challenges, and opportunities // Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Portland, OR: IEEE. 2015. С. 2084-2094.

3. Mankins J. C. Technology Readiness Levels: A White Paperм // Washington, D.C.: Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA. 1995. С. 1-6.

4. Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С. О методических подходах к оценке готовности проектов информационных систем // ИТ-Стандарт. 2023. №2. С. 4-9.

5. Анохов И. В. Шкала уровня технологической готовности TRL и перспективы её модификации // Стратегии бизнеса. 2022. № 11. С. 289-294.

6. Гончарова Н. П., Горлачева Е. Н. Применение модели оценки уровня готовности технологий при реализации инновационных научно-технических проектов // Экономика в промышленности. 2021. Т. 14. №2. С. 184-194.

7. Sauser B. J., Ramirez-Marquez J. E., Henry D., DiMarzio D. A system maturity index for the systems engineering life cycle // International Journal of Industrial and Systems Engineering. 2008. № 3 (6). С. 673-691.

8. Department of Defense. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook. Version 2025. Washington, D.C.: Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering, 2025. 97 с.

9. ISO 16290:2013. Space systems-Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. Geneva: International Organization for Standardization, 2013. 34 с.

10. ГОСТ Р 71726-2024. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня готовности технологий (TRL): утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 08.11.2024 № 1622-ст. М.: Российский институт стандартизации, 2024. 24 с.

11. ГОСТ Р 71727-2024. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня рыночной готовности (CRL): утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 08.11.2024 № 1623-ст. М.: Российский институт стандартизации, 2024. 20 с.

12. ГОСТ Р 71728-2024. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня производственной готовности (MRL): утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 08.11.2024 № 1624-ст.М.: Российский институт стандартизации, 2024. 20 с.

13. ГОСТ Р 71729-2024. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня инвестиционной готовности (IRL): утв. и введ. в действие Приказом Росстандарта от 08.11.2024 № 1625-ст. М.: Российский институт стандартизации, 2024. 16 с.

14. Петров А. Н., Сартори А. В., Филимонов А. В. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. 2016. Т. 2. № 4. С. 244-260.

15. Андреева С. А., Лобков К. Ю., Суслов Д. Н. Совершенствование методики комплексной оценки готовности технологических инновационных проектов в условиях цифровой трансформации // Естественные и технические науки. 2024. №7. С. 108-113.

Evolution of technology readiness assessment methodology: from the linear technology readiness level scale to multidimensional integrative models

Garbuzyuk I.V., Balashova E.S.
Saint-Petersburg Marine Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The Technology Readiness Level (TRL) assessment methodology, as a system of approaches and tools, has long been one of the world's most widely used tools for managing innovation projects. Despite its obvious advantages in unifying communication and reducing managerial and technological risks, the linear nine-level scale is increasingly criticized for its inability to fully reflect the complexity of modern socio-technical systems. This article traces the evolution and proposes tools for selecting approaches to technology readiness assessment: from the classical TRL scale and attempts to account for integration and manufacturing aspects to modern multidimensional models, including the Russian Technology Project Readiness Level (TPRL) methodology and a set of national standards combining technological, manufacturing, market, and investment readiness. Special attention is paid to a critical analysis of the classical TRL limitations, as well as a comparison of Russian experience with international trends. The article identifies the key characteristics of applying four approaches to readiness level analysis and proposes an algorithm for selecting a relevant methodology that accounts for project type, stage, industry, and resource constraints. The methodological basis of the study comprises a systematic analysis of scientific literature and regulatory documents, alongside a comparative analysis of assessment scale development.

Keywords: technology readiness level, TRL, innovation management, technology readiness assessment, methodology evolution, multidimensional models, TPRL, MRL, CRL, IRL, national standards.

References

1. Mankins J. C. Technology readiness assessments: A retrospective // Acta Astronautica. 2009. №65(9). pp. 1216-1223.
2. Olechowski A. L., Eppinger S. D., Joglekar N. Technology readiness levels at 40: A study of state-of-the-art use, challenges, and opportunities // Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Portland, OR: IEEE. 2015. pp. 2084-2094.
3. Mankins J. C. Technology Readiness Levels: A White Paper // Washington, D.C.: Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA. 1995. pp. 1-6.
4. Zatsarinny A. A., Ionenkov Yu. S. On methodological approaches to assessing the readiness of information system projects // IT-Standard. 2023. №2. pp. 4-9.
5. Anokhov I. V. Technology readiness level scale TRL and prospects for its modification // Business Strategies. 2022. №11. pp. 289-294.
6. Goncharova N. P., Gorlacheva E. N. Application of the technology readiness level assessment model in the implementation of innovative scientific and technical projects // Russian Journal of Industrial Economics. 2021. T.14. №2. pp. 184-194.
7. Sauser B. J., Ramirez-Marquez J. E., Henry D., DiMarzio D. A system maturity index for the systems engineering life cycle // International Journal of Industrial and Systems Engineering. 2008. №3(6). pp. 673-691.
8. Department of Defense.. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook. Version 2025. Washington, D.C.: Office of the Under Secretary of Defense for Research and Engineering, 2025. 97 p.
9. ISO 16290:2013. Space systems — Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. Geneva: International Organization for Standardization, 2013. 34 p.
10. GOST R 71726-2024. Technology transfer. Guidelines for technology readiness level (TRL) assessment. Moscow: Russian Standardization Institute, 2024. 24 p.
11. GOST R 71727-2024. Technology transfer. Guidelines for commercial readiness level (CRL) assessment. Moscow: Russian Standardization Institute, 2024. 20 p.
12. GOST R 71728-2024. Technology transfer. Guidelines for manufacturing readiness level (MRL) assessment. Moscow: Russian Standardization Institute, 2024. 20 p.
13. GOST R 71729-2024. Technology transfer. Guidelines for investment readiness level (IRL) assessment. Moscow: Russian Standardization Institute, 2024. 16 p.
14. Petrov A. N., Sartori A. V., Filimonov A. V. Comprehensive assessment of the state of scientific and technical projects through the technology readiness level // The Economics of Science. 2016. T. 2. № 4. pp. 244-260.
15. Andreeva S. A., Lobkov K. Yu., Suslov D. N. Improving the methodology of integrated readiness assessment of technological innovative projects in the context of digital transformation // Natural and Technical Sciences. 2024. №7. pp.108-113.

Анализ проблем развития сельского хозяйства и смежных отраслей агропромышленного комплекса

Вершинин Даниил Николаевич
аспирант, Государственный университет управления, dangoon68@gmail.com,

Гусева Мария Николаевна
д.э.н., профессор каф. Управления проектом, Государственный университет управления, boxgusevoy@yandex.ru

В статье представлен комплексный анализ системных проблем развития сельского хозяйства и сопряженных с ним отраслей агропромышленного комплекса (АПК). Рассмотрены ключевые диспропорции: технологическое отставание первичного звена, инфраструктурная деградация, кадровый дефицит, а также проблемы межотраслевого взаимодействия (пищевая промышленность, логистика, хранение). Особое внимание уделено влиянию макроэкономических факторов и санкционного давления на продовольственную безопасность. Предложены концептуальные пути смягчения выявленных противоречий.

Ключевые слова: сельское хозяйство, агропромышленный комплекс, продовольственная безопасность, межотраслевые связи, импортозамещение, инвестиционный климат, логистика, государственная поддержка.

Введение

Агропромышленный комплекс занимает особое место в экономической системе любой страны, поскольку он не просто производит продукты питания, но и задает параметры продовольственной независимости, формирует устойчивость сельских территорий и влияет на смежные сферы — от машиностроения до розничной торговли. Системообразующий характер АПК проявляется в его способности объединять десятки отраслей: поставки удобрений и техники, непосредственно сельскохозяйственное производство, переработку, логистику, хранение и конечный сбыт. Нарушение работы хотя бы одного из этих звеньев немедленно отражается на всей цепочке, вызывая рост цен, дефицит продукции или падение качества.

В современных условиях, характеризующихся глобальной волатильностью товарных и финансовых рынков, анализ внутренних проблем АПК приобретает критическое значение. Мировые цены на зерно, масличные, молочную продукцию и мясо подвержены резким колебаниям под влиянием политических решений, спекулятивного капитала, неурожаев в ключевых регионах-производителях и изменения торговых маршрутов.

Именно поэтому цель данной работы заключается в комплексной идентификации и структурировании ключевых проблем функционирования как первичного звена — непосредственно сельского хозяйства, так и вторичного сектора, объединяющего переработку, логистику и хранение. Анализ их взаимовлияния позволяет увидеть системные эффекты, которые невозможно заметить при изолированном рассмотрении каждой отрасли. В конечном счете такое исследование призвано обосновать направления, где целенаправленные управленческие и инвестиционные усилия дадут наибольший синергетический результат, разрывая порочные круги дисбаланса и превращая АПК в действительно сбалансированный и устойчивый комплекс.

Основой проведенного исследования выступает системный подход, который определяет угол зрения на агропромышленный комплекс не как на набор разрозненных отраслей, а как на целостную совокупность взаимосвязанных подсистем, находящихся в постоянном взаимодействии и взаимовлиянии. В рамках этого подхода АПК перестает быть просто суммой сельского хозяйства, пищевой промышленности и торговли — он раскрывается как сложноорганизованная иерархическая структура, где изменение параметров в одной подсистеме неизбежно вызывает цепные реакции в других (см. Рис. 1).

Рисунок 1 - Взаимосвязанные подсистемы

Первичное звено агропромышленного комплекса, то есть само сельскохозяйственное производство, сталкивается с комплексом глубоких и взаимосвязанных проблем, которые носят не временный, а системный характер (см. Рис. 2).

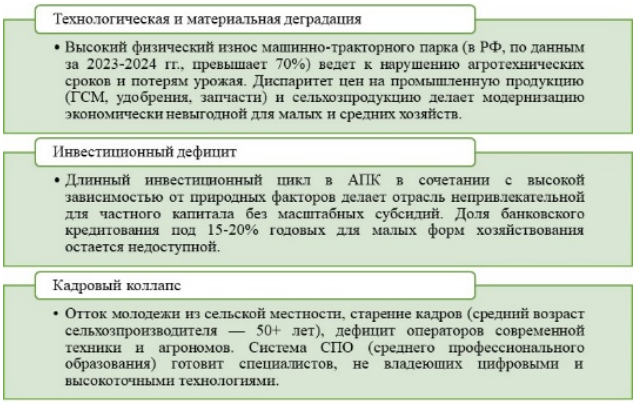


Рисунок 2 - Проблемы первичного звена

В центре этого проблемного клубка находится технологическая и материальная деградация, проявляющаяся в критическом состоянии машинно-тракторного парка. Многолетнее недофинансирование и отсутствие внятной амортизационной политики привели к тому, что значительная часть тракторов, комбайнов, почвообрабатывающих и посевных агрегатов эксплуатируется далеко за пределами нормативных сроков службы. Высокий физический износ, который в ряде регионов превышает семьдесят процентов, означает не просто рост затрат на ремонт и простои. Он влечет за собой нарушение агротехнических сроков: посевная может затянуться на недели, уборка урожая — начаться с опозданием, когда часть продукции уже осыпалась или поражается болезнями. В результате даже теоретически хороший потенциал урожайности не реализуется, и потери становятся неизбежными. К этой проблеме добавляется диспаритет цен на промышленную продукцию, необходимую для сельского хозяйства.

Цены на горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, запасные части и средства защиты растений растут темпами, опережающими рост закупочных цен на зерно, молоко, мясо и овощи. Этот ножницы цен означают, что сельхозпроизводитель вынужден отдавать все большую долю выручки за ресурсы, и у него практически не остается средств на обновление техники. Особенно остро ситуация сказывается на малых и средних хозяйствах, которые не могут пользоваться эффектом масштаба и вынуждены приобретать ресурсы по розничным ценам, тогда как крупные агрохолдинги получают оптовые скидки и более выгодные контракты.

Вторым мощным фактором, сдерживающим развитие первичного звена, выступает инвестиционный дефицит. Сельское хозяйство обладает объективными особенностями, делающими его малопривлекательным для частного капитала без массированной государственной поддержки. Производственный цикл в растениеводстве длится от посева до уборки не менее года, а в животноводстве окупаемость инвестиций в строительство ферм и приобретение племенного скота может растягиваться на семь-десять лет. При этом результат крайне зависим от погодных условий, эпизоотической обстановки и колебаний рыночных цен, что создает высокие риски. В условиях высокой ключевой ставки, когда кредиты для бизнеса предлагаются под пятнадцать-двадцать процентов годовых, такие долгосрочные вложения становятся экономически нецелесообразными: проценты по кредиту съедают потенциальную прибыль, а малейшая неудача (засуха, падеж скота) приводит к банкротству. Даже льготные кредитные программы, субсидируемые государством, часто недоступны для малых форм хозяйствования из-за сложных бюрократических процедур, требований к залоговому обеспечению и ограниченных лимитов.

Гораздо серьезнее качественное несоответствие: система среднего профессионального и высшего аграрного образования зачастую готовит специалистов по программам, которые не успевают за технологическими изменениями. Выпускники сельскохозяйственных колледжей и вузов могут хорошо знать теорию, но не умеют работать с современной высокоточной техникой, оснащенной GPS-навигацией и системами параллельного вождения, не владеют методами цифрового мониторинга посевов, не разбираются в программировании микроклимата в животноводческих помещениях. Операторов таких машин и комплексов на рынке труда практически нет, а переучивать старые кадры сложно и дорого. Особенно остро дефицит ощущается по таким специальностям, как агрономы-технологи, способные вести точное земледелие, ветеринарные врачи с навыками фармакологического сопровождения, инженеры по обслуживанию импортной техники. В результате хозяйства вынуждены либо приглашать вахтовиков из городов, что дорого и нестабильно, либо мириться с неоптимальным использованием ресурсов.

Наконец, следует упомянуть проблему институционального давления на сельхозпроизводителя, которое исходит от контролирующих органов, торговых сетей и монопольных поставщиков услуг. Бесконечные проверки Россельхознадзора, Роспотребнадзора, пожарного надзора и других структур требуют времени, заполнения бумаг и нередко заканчиваются штрафами, которые для небольшого фермерского хозяйства могут быть разорительными. При этом требования часто противоречивы или оторваны от реальных возможностей сельского производителя. А когда урожай собран и его нужно реализовать, фермер сталкивается с диктатом перекупщиков или региональных сетей, которые навязывают заниженные закупочные цены, требуют так называемые «бонусы за вход» и задерживают оплату. Все эти проблемы, накапливаясь, создают среду, в которой ведение сельскохозяйственного производства становится неблагодарным и высокорисковым занятием, отпугивая не только молодежь, но и многих опытных аграриев.

Если сельское хозяйство выступает первичным звеном, производящим сырье, то смежные отрасли — переработка, логистика и хранение — определяют, что именно произойдет с этим сырьем дальше: сохранится ли оно, превратится ли в продукт с высокой добавленной стоимостью или будет потеряно по пути к потребителю. Именно здесь сегодня сосредоточены самые острые системные диспропорции, которые сводят на нет многие успехи аграриев (см. Рис. 3).

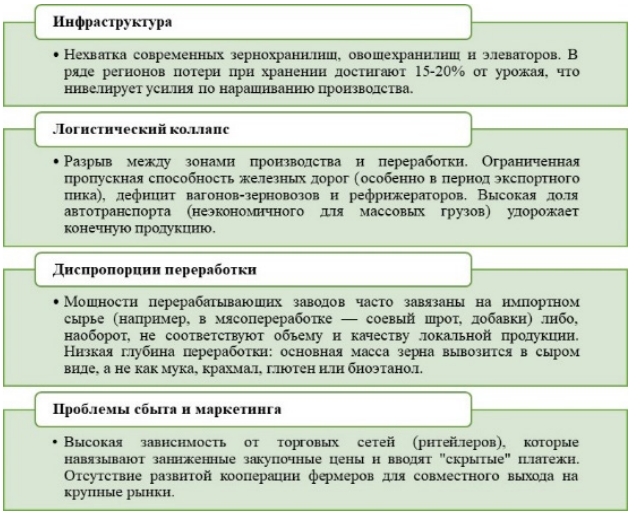


Рисунок 3 - Проблемы смежных отраслей

Современное сельское хозяйство способно генерировать огромные объемы зерна, масличных, овощей и фруктов, но эти объемы поступают единовременно, в сжатые сроки уборочной кампании.

Проблемы смежных отраслей накапливаются и взаимодействуют друг с другом. Отсутствие хранилищ заставляет производителя продавать сырье сразу после уборки по низкой цене. Низкая цена не дает накопить средства на строительство хранилищ или на модернизацию переработки. Плохая логистика ведет к дополнительным потерям и удорожанию оставшейся продукции, которая в итоге становится неконкурентоспособной по сравнению с импортными аналогами, поставляемыми отлаженными холодильными цепочками. Перерабатывающие предприятия, не имея гарантированных поставок качественного сырья из-за логистических сбоев, не используют все свои мощности и поднимают цены, снижая спрос.

Замкнутый круг воспроизводится год за годом, и разорвать его можно только комплексными мерами, одновременно направленными на строительство современной инфраструктуры хранения, обновление парка специализированного подвижного состава и создание логистических хабов с контролируемыми температурными режимами. Без этого любые успехи в увеличении производства зерна, мяса или молока будут обесцениваться потерями и недополученной добавленной стоимостью, а смежные отрасли так и останутся слабым звеном агропромышленной цепи.

Анализ взаимодействия первичного звена и смежных отраслей АПК выявляет ключевой системный эффект, который можно сформулировать следующим образом: сельское хозяйство производит сырье в достаточных, а нередко и в рекордных объемах, но из-за хронической слабости переработки, логистики и хранения не может эффективно монетизировать свой продукт (см. Рис. 4). Этот эффект носит не случайный, а закономерный характер, поскольку порождается глубинными межотраслевыми противоречиями, которые накапливались десятилетиями.

Сельхозпроизводитель стремится получить максимальный урожай в сжатые агротехнические сроки, ориентируясь на погоду и цены на удобрения. Переработчик хочет загружать свои линии равномерно в течение всего года, получая сырье стабильного качества по предсказуемой цене. Логист рассчитывает на равномерный грузопоток, чтобы избежать простоев подвижного состава и пиковых перегрузок на узлах. Владелец элеватора заинтересован в максимальной загрузке своих мощностей, но с минимальным сроком хранения, так как длительное хранение требует затрат на поддержание режима и несет риски порчи. Эти разнонаправленные интересы сталкиваются, и в точке их столкновения чаще всего проигрывает тот, кто наименее организован и наименее защищен — а именно сельхозпроизводитель, особенно мелкий и средний.

Одним из самых ярких проявлений этого системного эффекта является феномен «ножниц цен» в сезон массовой уборки. Когда урожай поступил на поля и его надо срочно убирать, складские мощности оказываются либо занятыми старым зерном, либо их попросту не хватает. В

этот момент переработчики и трейдеры, обладающие собственными хранилищами или долгосрочными контрактами с элеваторами, получают возможность диктовать цены.

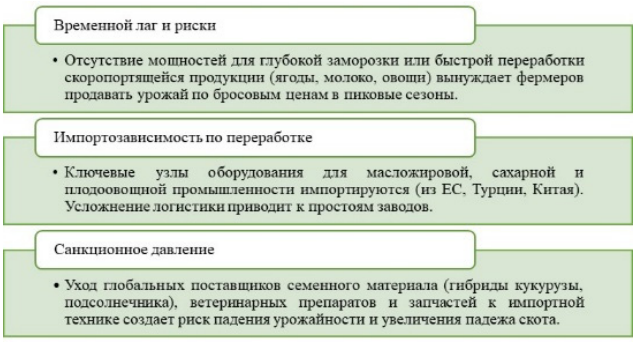


Рисунок 4 – Межотраслевые противоречия и системные эффекты

Фермер, не имеющий альтернативы, вынужден продавать продукцию по цене, которая может оказаться ниже себестоимости, лишь бы освободить площади под новый урожай и вернуть хотя бы часть вложенных средств. В то же время через несколько месяцев, когда запасы у трейдеров иссякают, а хранилища опустели, та же самая продукция поступает в переработку и на прилавки уже по значительно более высокой цене. Разница между сезонной и межсезонной ценой представляет собой ту самую добавленную стоимость, которую мог бы получить сельхозпроизводитель, если бы имел собственные или доступные по приемлемой цене мощности для хранения. Но он их не имеет, и добавленная стоимость уходит к посредникам и держателям инфраструктуры. Так слабость смежных отраслей (дефицит хранилищ) превращается в прямые финансовые потери для первичного звена.

Системные эффекты проявляются также в виде перекосов в использовании инфраструктуры. Железнодорожные пути, порты и автомобильные магистрали проектировались и строились с расчетом на определенную структуру грузопотоков, но современное сельское хозяйство, наращивая объемы, создает пиковые нагрузки, для которых эта инфраструктура не предназначена. В результате в периоды массовой уборки возникают пробки, простои, дополнительный износ путей и подвижного состава. С одной стороны, государство вынуждено субсидировать железнодорожные перевозки зерна на экспорт, чтобы снять излишки с внутреннего рынка и поддержать цены. С другой стороны, эти субсидии работают на сохранение сырьевой модели: перевозить выгоднее, чем перерабатывать, потому что переработка требует инвестиций, которые не окупаются при дешевом сырье.

Еще один системный эффект — зависимость от импортных технологий и компонентов в перерабатывающих отраслях. Сельское хозяйство может производить сырье, но для его превращения в продукт с высокой добавленной стоимостью (например, аминокислоты, ферменты, витаминные премиксы) нужны сложные биотехнологические производства, которые в стране отсутствуют или находятся в зачаточном состоянии. В результате цепочка обрывается на полуфабрикатах, и значительная часть потенциальной прибыли уходит зарубежным поставщикам технологий. Санкционное давление обнажило эту уязвимость, когда прекратились поставки некоторых штаммов заквасок, ферментных препаратов и селекционного материала. Оказалось, что при полных амбарах зерна и стадах скота страна не может производить определенные виды сыров или колбас без импортных компонентов, поскольку переработка не была своевременно модернизирована с опорой на собственные научные разработки.

Наконец, самый глубокий системный эффект заключается в том, что слабость смежных отраслей дестимулирует инновации в самом сельском хозяйстве. Если производитель знает, что его продукция все равно будет потеряна при хранении или обесценена при переработке, у него нет стимула вкладываться в повышение урожайности, улучшение генетики, внедрение точного земледелия. Зачем покупать дорогой сорт семян, если полученное зерно смешается с обычным на элеваторе? Зачем инвестировать в систему капельного орошения, если из-за отсутствия охлаждения выращенные овощи сгниют на складе? Зачем биться за показатели жира и белка в молоке, если на молокозаводе его все равно смешают с другими партиями и оплатят по среднему тарифу? Так межотраслевые противоречия порождают порочный круг низких инвестиций, низкого качества и низкой эффективности.

Разорвать этот круг можно только ценой целенаправленной политики синхронизации — когда государство и бизнес одновременно вкладываются и в производство, и в хранение, и в переработку, и в логистику, создавая систему, где каждый участник цепочки видит свою выгоду в ее устойчивом, сбалансированном развитии. Без такой синхронизации любые рекорды урожайности будут оставаться лишь статистическими достижениями, не превращаясь в реальное благосостояние ни для сельхозпроизводителей, ни для экономики страны в целом.

На основе системного анализа функционирования первичного и смежных звеньев АПК удалось выделить несколько укрупненных проблемных кластеров, каждый из которых представляет собой не изолированный недостаток, а взаимосвязанный узел противоречий, охватывающий различные отрасли и уровни управления (см. Таблицу 1).

Таблица 1
Классификация проблем и зоны ответственности

Проблемный кластер	Проявление	Зона ответственности
Технологический	Износ техники, низкая цифровизация	Государство, лизинг, НПО
Инфраструктурный	Потери при хранении, дефицит элеваторов	Региональные власти, инвесторы
Логистический	Разрыв "поле-порт-завод"	РЖД, Минтранс, муниципалитеты
Кадровый	Дефицит агрономов и механизаторов	Минобрнауки, бизнес (дуальная система)
Финансовый	Дорогие кредиты, диспаритет цен	ЦБ РФ, Минсельхоз (субсидии)

Важно подчеркнуть, что перечисленные проблемные кластеры не существуют изолированно. Технологическое отставание усугубляет кадровый дефицит (нет смысла учиться работать на современной технике, если ее все равно нет), инфраструктурные проблемы обостряют логистический коллапс (нет хранилищ — портится продукция в пути), а финансовые трудности блокируют инвестиции и в технологии, и в инфраструктуру, и в образование. Таким образом, ключевая особенность проблемных кластеров АПК — их глубокая взаимосвязанность, превращающая решение каждого отдельного недостатка в малоэффективное действие, если не затронуты все сопряженные узлы. Именно это обстоятельство требует перехода от отраслевых точечных мер к системной политике, одновременно охватывающей все кластеры и нацеленной на синхронное выравнивание технологического, инфраструктурного, логистического, кадрового и финансового балансов. Только при таком подходе можно разорвать порочные круги, где рост в одном звене провоцирует сбои в другом, и создать устойчивую платформу для сбалансированного развития агропромышленного комплекса в целом.

Исходя из системного характера выявленных проблем, предложенные пути их смягчения и устранения не могут быть точечными или ведомственными. Необходим комплекс взаимосвязанных мер, охватывающих институциональную среду, инфраструктурное планирование, финансовые механизмы и технологическую политику.

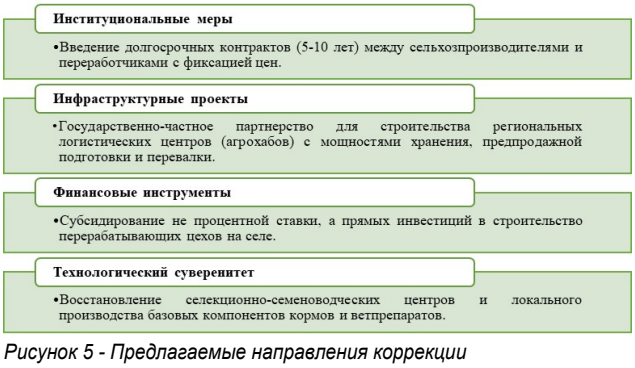


Рисунок 5 - Предлагаемые направления коррекции

Первое направление касается институциональных преобразований, то есть изменения правил игры, которые сегодня часто работают против сбалансированного развития АПК. Здесь ключевой мерой становится внедрение долгосрочных контрактных систем между сельхозпроизводителями, переработчиками и трейдерами. Речь идет о переходе от практики ежегодных закупок по волатильным ценам к соглашениям на пятьдесять лет с фиксацией минимальных и целевых ценовых уровней, привязанных к объективным индикаторам (например, к биржевым котировкам или к индексу производственных затрат). Долгосрочные контракты позволяют фермеру планировать посевные площади, инвестировать в повышение качества и снижать транзакционные издержки, а переработчику — быть уверенным в объемах и сроках поставок.

Одновременно требуется законодательное закрепление принципа «зеленого коридора» для продукции, произведенной в рамках таких контрактов, включая приоритетный доступ к инфраструктуре хранения и

транспортировке. Институциональные меры также предполагают усиление роли региональных продовольственных фондов и интервенционных механизмов, которые могли бы скупать излишки в сезон пикового предложения, поддерживая цены, и распродавать запасы в межсезонье, сглаживая рыночные пики. Такие фонды должны работать не как бюрократические структуры, а как профессиональные маркет-мейкеры, использующие современные инструменты товарных бирж.

Технологический суверенитет не означает полную автаркию, но предполагает способность в короткие сроки заместить критические импортные компоненты отечественными аналогами не худшего качества. Для этого необходима не только наука, но и промышленность — например, создание консорциумов, объединяющих сельхозпроизводителей, переработчиков, машиностроителей и научные институты для совместной разработки и внедрения приоритетных технологий.

Взятые вместе, эти четыре направления — институциональное, инфраструктурное, финансовое и технологическое — образуют взаимно усиливающий комплекс. Долгосрочные контрасты создают предсказуемый спрос, который стимулирует инвестиции в инфраструктуру; инфраструктурные хабы, в свою очередь, снижают риски хранения и транспортировки, что удешевляет страхование и кредитование; финансовые механизмы обеспечивают доступность капитала для модернизации; а технологический суверенитет гарантирует, что эта модернизация не окажется заложником внешних шоков. Реализация такого комплекса требует координации на уровне правительства, регионов, бизнеса и науки, а также временного горизонта не менее пяти-семи лет. Однако именно системная, а не точечная коррекция способна преодолеть разрывы в технологической цепи и перевести агропромышленный комплекс из режима хронического латания дыр в режим сбалансированного, устойчивого развития.

Заключение

Проведенный анализ убедительно показывает, что проблемы сельского хозяйства невозможно решить в отрыве от смежных отраслей агропромышленного комплекса. Даже самые щедрые субсидии аграриям теряют эффективность, если параллельно не модернизируются переработка, хранение и логистика. Корень системного кризиса — в разрыве единой технологической цепи от производства сырья до сбыта, когда сбой на любом этапе деградирует всю систему. Фермер может вырастить рекордный урожай, но без современных элеваторов, вагонов и перерабатывающих мощностей он понесет потери и не получит достойной цены.

Отсюда следует, что приоритетом на среднесрочную перспективу должно стать не просто наращивание объемов зерна и мяса, а синхронная модернизация перерабатывающей и логистической инфраструктуры вместе с кадровым обновлением. Увеличение валовых сборов без расширения мощностей по сушке, сортировке и глубокой переработке ведет лишь к сезонному обвалу цен и закреплению сырьевой модели экспорта. Модернизация должна быть территориально согласованной: строительство элеваторов должно сопровождаться созданием перерабатывающих цехов и развитием подъездных путей, что требует долгосрочного партнерства региональных властей, бизнеса и транспортников.

Достичь этого можно, лишь отказавшись от отраслевого эгоизма и перейдя к системной политике, где успех каждого звена измеряется устойчивостью всей цепи. Только тогда рост первичного сектора перестанет обнажать слабость последующих этапов, и АПК станет действительно работать на национальную экономику и благосостояние граждан.

Литература

1. Ганюхина О.Ю. Проблемы агропромышленного комплекса и перспективы его развития в современной России / О.Ю. Ганюхина, Ю.С. Макарова. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы права : материалы V Междунар. науч. конф. (г. Москва, декабрь 2016 года). – Москва : Буки-Веди, 2016. – С. 113-115.
2. Генералов И.Г. Цифровая трансформация зернового хозяйства региона / И.Г. Генералов, Е.В. Губанова, А.Н. Лосев // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. 2022. – № 5 (132). – С. 104-112.
3. Клюкин А.Д. Современное развитие цифровизации АПК: отечественный и зарубежный опыт / А.Д. Клюкин // Аграрная экономика. – 2022. – № 12 (331). – С. 72-86. 5. Козлов В.Д. Современное состояние и основные проблемы внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство / В.Д. Козлов, А.П. Мансуров, Е.А. Котылева // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 9.
4. Проваленова Н.В. Формирование методологии исследования социальной инфраструктуры сельских территорий / Н.В. Проваленова // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. 2020. № 6 (109).
5. Сибиряев А.С. Цифровая трансформация и цифровые платформы в сельском хозяйстве / А.С. Сибиряев, В.Л. Зазимко, Р.Х. Додов // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. – 2020. – № 12 (115). – С. 96-108.
6. Цифровая экономика: 2023: краткий статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, С.А. Васильковский, К.О. Вишневский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : НИУ ВШЭ, 2023. – 120 с.
7. Якимова О.Ю. Цифровые компетенции работников сельскохозяйственного производства / О.Ю. Якимова, Е.Г. Коваленко, Н.С. Завиваев // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. – 2023. – № 2 (141). – С. 68-78.
8. Токаев К.К. Единство народа и системные реформы - прочная основа процветания страны. URL: https://www.akorda.kz
9. Шкарупа Е.А. Особенности привлечения инвестиций в сельское хозяйство: современное состояние и тенденции развития // Вестник Волгоградского государственного университета. - Серия 3, Экономика. Экология - 2011. - № 2(19). URL: http://www.volsu.ru.
10. Гавва, Е. С. Развитие малых форм хозяйствования в агробизнесе / Е. С. Гавва, К. Д. Демина // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства и сельских территорий : Сборник статей XI Международной научно-практической конференции, Саратов, 07 декабря 2022 года / Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова. – САРАТОВ: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2023. – С. 84-87. – EDN YCPRKO.
11. Агропродовольственные системы: проблемы и перспективы развития / А. Н. Толстова, В. Е. Гусева, Е. С. Гавва [и др.] // Учетно-аналитическое, налоговое и финансовое обеспечение развития АПК : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Саратов, 01 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 169-172. – EDN OCPEIF.
12. Развитие цифровых технологий в агропромышленном комплексе / М. В. Ерюшев, Е. С. Гавва, В. Е. Гусева [и др.] // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета Саратов, 21 апреля 2023 года / Под редакцией С.И. Ткачева. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, 2023. – С. 113-118. – EDN PXZDXA.
13. Агропродовольственные системы: проблемы и перспективы развития / А. Н. Толстова, В. Е. Гусева, Е. С. Гавва [и др.] // Учетно-аналитическое, налоговое и финансовое обеспечение развития АПК : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Саратов, 01 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 169-172. – EDN OCPEIF. Белов Д.С., Гавва Е.С., Гусева В.Е., Толстова А.Н., Хазов В.А. Развитие сельского хозяйства: стратегии и направления.
14. Государственная политика в сфере сельского хозяйства / А. Н. Толстова, В. Е. Гусева, Е. С. Гавва [и др.] // Учетно-аналитическое, налоговое и финансовое обеспечение развития АПК : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Саратов, 01 ноября 2023 года. – Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 173-177. – EDN VAVQKK.
15. Пшенцова, А. И. Стратегическое управление развитием АПК на современном этапе / А. И. Пшенцова, О. К. Котар // Островские чтения. – 2025. – № 1. – С. 75-77. – EDN VZIWPG.

Analysis of the problems of agricultural development and related sectors of the agro-industrial complex

Vershinin D.N., Guseva M.N.
State University of Management

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents a comprehensive analysis of the systemic problems of the development of agriculture and related branches of the agro-industrial complex (AIC). The key imbalances are considered: technological lag of the primary level, infrastructural degradation, personnel shortage, as well as problems of intersectoral interaction (food industry, logistics, storage). Special attention is paid to the impact of macroeconomic factors and sanctions pressure on food security. Conceptual ways to mitigate the identified contradictions are proposed.

Keywords: agriculture, agro-industrial complex, food security, intersectoral relations, import substitution, investment climate, logistics, government support.

References

1. Ganyukhina O. Yu. Problems of the agro-industrial complex and prospects for its development in modern Russia / O. Yu. Ganyukhina, Yu. S. Makarova. - Text: direct // Actual problems of law: materials of the V Intern. scientific conf. (Moscow, December 2016). - Moscow: Buki-Vedi, 2016. - Pp. 113-115.

2. Generalov I. G. Digital transformation of grain farming in the region / I. G. Generalov, E. V. Gubanova, A. N. Losev // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Engineering and Economic Institute. 2022. - No. 5 (132). - Pp. 104-112.
3. Klyukin A. D. Modern development of digitalization of the agro-industrial complex: domestic and foreign experience / A. D. Klyukin // Agrarian Economy. - 2022. - No. 12 (331). - P. 72-86. 5. Kozlov V.D. Current state and main problems of introducing digital technologies in agriculture / V.D. Kozlov, A.P. Mansurov, E.A. Kotyleva // Moscow Economic Journal. - 2022. - Vol. 7, No. 9.
4. Provalenova N.V. Formation of a methodology for studying the social infrastructure of rural areas / N.V. Provalenova // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Engineering and Economics Institute. 2020. No. 6 (109).
5. Sibiryaev A.S. Digital transformation and digital platforms in agriculture / A.S. Sibiryaev, V.L. Zazimko, R.Kh. Dodov // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Engineering and Economics Institute. – 2020. – No. 12 (115). – P. 96-108.
6. Digital economy: 2023: a brief statistical digest / G.I. Abdrakhmanova, S.A. Vasilkovsky, K.O. Vishnevsky, et al.; National Research University "Higher School of Economics". – Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2023. – 120 p.
7. Yakimova O.Yu. Digital competencies of agricultural workers / O.Yu. Yakimova, E.G. Kovalenko, N.S. Zavivaev // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Institute of Engineering and Economics. – 2023. – No. 2 (141). – P. 68-78.
8. Tokayev K.K. Unity of the people and systemic reforms - a solid foundation for the country's prosperity. URL: https://www.akorda.kz
9. Shkarupa E.A. Features of attracting investments in agriculture: current state and development trends // Bulletin of Volgograd State University. - Series 3, Economics. Ecology - 2011. - No. 2 (19). URL: http://www.volsu.ru.
10. Gavva, E.S. Development of small farming forms in agribusiness / E.S. Gavva, K.D. Demina // Problems and prospects for the development of agriculture and rural territories: Collection of articles from the XI International Scientific and Practical Conference, Saratov, December 7, 2022 / Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov. - SARATOV: OOO "Center for Social Agroinnovations SSAU", 2023. - pp. 84-87. - EDN YCPRKO.
11. Agri-food systems: problems and development prospects / A. N. Tolstova, V. E. Guseva, E. S. Gavva [et al.] // Accounting, analytical, tax and financial support for the development of the agro-industrial complex: Collection of articles from the III International scientific and practical conference, Saratov, November 1, 2023. - Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 2023. - Pp. 169-172. - EDN OCPEIF.
12. Development of digital technologies in the agro-industrial complex / M. V. Eryushev, E. S. Gavva, V. E. Guseva [et al.] // Economic and mathematical methods for analyzing the activities of enterprises in the agro-industrial complex: Proceedings of the VII International scientific and practical conference dedicated to the 110th anniversary of Vavilov University, Saratov, April 21, 2023 / Edited by S.I. Tkacheva. - Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 2023. - Pp. 113-118. - EDN PXZDXA.
13. Agri-food systems: problems and development prospects / A. N. Tolstova, V. E. Guseva, E. S. Gavva [et al.] // Accounting, analytical, tax and financial support for the development of the agro-industrial complex: Collection of articles from the III International Scientific and Practical Conference, Saratov, November 1, 2023. - Saratov: Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, 2023. - Pp. 169-172. - EDN OCPEIF. Belov D.S., Gavva E.S., Guseva V.E., Tolstova A.N., Khazov V.A. Development of agriculture: strategies and directions.
14. State policy in the field of agriculture / A. N. Tolstova, V. E. Guseva, E. S. Gavva [et al.] // Accounting, analytical, tax and financial support for the development of the agro-industrial complex: Collection of articles from the III International Scientific and Practical Conference, Saratov, November 1, 2023. - Saratov: Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, 2023. - Pp. 173-177. - EDN VAVQKK.
15. Pshentsova, A. I. Strategic management of the development of the agro-industrial complex at the present stage / A. I. Pshentsova, O. K. Kotar // Ostrovsky readings. - 2025. - No. 1. - Pp. 75-77. - EDN VZIWPG.
16. Theory and Practice of Managing the Competitiveness of Agribusiness / L. A. Aleksandrova, I. A. Aleksandrov, O. V. Vlasova [et al.]. - Saratov: Saratov Source, 2026. - 217 p. - ISBN 978-5-605-57453-8. - EDN KMWKKQ. Tolstova A.N., Khazov V.A., Guseva V.E., Gavva E.S. Management Development in the AIC
17. Fedorchukova, L.A. Project Management at AIC Enterprises / L. A. Fedorchukova, M. Yu. Rudnev // Problems and Prospects

Система показателей и факторы устойчивого развития регионов: методические основы управленческой диагностики

Иванов Вячеслав Александрович
факультет государственного управления, кафедра финансового менеджмента, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, ivanov.viacheslav.a@gmail.com

Актуальность исследования обусловлена необходимостью перехода от общего описания устойчивого развития регионов к инструментам управленческой диагностики, позволяющим выявлять сильные стороны территории, зоны уязвимости и факторы, ограничивающие долгосрочный рост. Цель статьи состоит в разработке методических основ формирования системы показателей и классификации факторов устойчивого развития регионов для задач государственного управления. Методологическую основу исследования составили системный анализ, классификация, группировка, сравнительный анализ и логическое моделирование. В статье обосновано, что диагностика устойчивости должна сочетать оценку достигнутого состояния, выявление рисков и анализ факторов адаптивности территории. Предложены принципы отбора индикаторов: содержательное соответствие, сопоставимость, управленческая релевантность, отсутствие избыточного дублирования и связь с потенциальными инструментами воздействия. Систематизированы шесть групп показателей устойчивого развития регионов: экономическая, социальная, инфраструктурная, финансовая, институциональная и экологическая. Дополнительно предложена классификация факторов по источнику возникновения и степени управляемости, что позволяет различать прямо управляемые, косвенно управляемые и адаптивно учитываемые параметры. Отдельно обосновано разграничение показателей состояния региональной системы и показателей интенсивности использования банковских инструментов. Научная новизна состоит в предложении логики интегральной оценки, ориентированной не только на ранжирование субъектов, но и на типологизацию регионов, выявление профиля рисков и выбор дифференцированных управленческих мер. Практическая значимость результатов связана с возможностью использования предложенной системы при подготовке региональных стратегий, программ развития, мониторинга финансовой доступности и обоснования мер поддержки территорий. Направлением дальнейших исследований является эмпирическая апробация системы показателей на данных субъектов Российской Федерации.

Ключевые слова: устойчивое развитие регионов, система показателей, факторы устойчивости, управленческая диагностика, интегральная оценка, региональная политика, банковские инструменты, финансовая доступность.

Введение

Переход от общей концепции устойчивого развития к практическому управлению требует системы показателей, позволяющей выявлять сильные стороны территории, зоны уязвимости и причины различий между регионами. Проблема состоит не в отсутствии статистики, а в выборе ограниченного набора индикаторов, которые сохраняют содержательный смысл, допускают регулярное обновление и обеспечивают управленческую интерпретацию.

Российские регионы существенно различаются по структуре экономики, уровню доходов, инфраструктуре, демографической динамике и доступности финансовых ресурсов. Статистические данные Росстата демонстрируют масштаб данной неоднородности [16]. Стратегия пространственного развития Российской Федерации закрепляет необходимость учитывать дифференциацию территорий и формировать решения, соответствующие их потенциалу и ограничениям [20].

Цель исследования заключается в обосновании методических положений, определяющих состав системы показателей и классификацию факторов устойчивого развития регионов в контуре государственного управления.

Устойчивость межрегиональных различий выражается в воспроизводстве структурных, инфраструктурных, финансовых и социально-демографических диспропорций, которые не сводятся к краткосрочным колебаниям отдельных статистических рядов. В материалах OECD Regional Outlook пространственная неоднородность рассматривается как долговременная география неравенства, что обусловливает необходимость совместного применения сопоставимых индикаторов и территориально ориентированной интерпретации результатов [33, с. 21–36].

Методы

Методическая база исследования включает системный анализ, классификацию, группировку, сравнительный анализ и логическое моделирование. Системный анализ обеспечивает рассмотрение устойчивого развития региона как многокомпонентной социально-экономической системы с взаимосвязанными экономическими, социальными, инфраструктурными, финансовыми, институциональными и экологическими параметрами. Классификация и группировка применяются для выделения блоков показателей и факторов устойчивости. Логическое моделирование используется при построении последовательности интегральной оценки и при содержательной интерпретации профиля региональных рисков.

Принципы формирования системы показателей

Использование пороговых значений позволяет фиксировать зоны повышенного внимания. С. Ю. Глазьев и В. В. Локосов показывают значение предельно критических индикаторов для управления социально-экономическим развитием [7, с. 26–36]. А. В. Калина и И. П. Савельева развивают данный подход применительно к экономической безопасности регионов [9, с. 17–23]. Вместе с тем порог не должен интерпретироваться механически: одинаковое отклонение может быть вызвано различными факторами и требовать разных решений.

Зарубежные исследования региональной резилиентности подтверждают необходимость многомерной оценки. Р. Мартин предлагает анализировать реакцию региональной экономики на шоки, глубину спада и способность к восстановлению [31, с. 6–14]. Р. Бошма акцентирует не только восстановление, но и формирование новых траекторий развития [26, с. 736–744]. А. Пайк, С. Доулей и Дж. Томани разграничивают резилиентность, адаптацию и адаптивность [34, с. 60–66]. Следовательно, система показателей должна включать как результаты, так и параметры потенциальной уязвимости.

Группы показателей устойчивого развития регионов

Экономическая группа отражает ресурсную базу и структуру региональной экономики. К ней относятся валовой региональный продукт на душу населения, инвестиции в основной капитал, динамика промышленного производства, доля малого и среднего предпринимательства, занятость, производительность труда и степень отраслевой диверсификации. Сочетание показателей масштаба и динамики позволяет избежать ошибочной интерпретации: высокий абсолютный уровень может сопровождаться стагнацией, а положительная динамика — сохраняться при ограниченной базе.

Социальная группа включает реальные доходы населения, уровень безработицы, долю населения с доходами ниже границы бедности, демографическую динамику, обеспеченность жильем и доступность базовых услуг. Е. С. Губанова и В. С. Клещ обосновывают связь снижения неравенства с устойчивым сбалансированным пространственным развитием [8, с. 47–55]. Социальные индикаторы следует рассматривать одновременно как результаты политики и как факторы будущего роста.

Инфраструктурная группа охватывает транспортную связанность, состояние коммунальных сетей, доступность электроэнергии, цифровую обеспеченность, качество городской среды и объем инвестиций в инфраструктуру. Инфраструктурный дефицит увеличивает издержки и снижает привлекательность территории для бизнеса. К. Н. Самков отмечает необходимость согласования механизмов финансирования проектов с задачами устойчивого развития [17].

Финансовая группа должна включать бюджетную устойчивость, кредитную активность, долговую нагрузку организаций и населения, объем вкладов, кредиты субъектам малого и среднего предпринимательства, долю просроченной задолженности и параметры банковского присутствия. Исследования показывают влияние финансово-банковского сектора на социально-экономическую динамику регионов [14, с. 175–179], роль банковской системы в кредитовании экономики территории [19, с. 1035–1043] и пространственную неоднородность банковских ресурсов [15].

Институциональная группа сложнее формализуется. Она включает качество стратегического планирования, наличие проектных офисов, доступность мер поддержки, длительность административных процедур, качество взаимодействия с инвесторами и цифровизацию публичных услуг. В исследованиях Л. С. Леонтьевой и К. Ю. Проскурновой подчеркивается необходимость соотносить пространственные приоритеты и инструменты государственной политики [12, с. 29–35]. А. С. Воронов показывает значение мезоуровня координации для формирования устойчивости территории [6, с. 178–185]. А. З. Бобылева и В. М. Аньшин обосновывают последовательный характер трансформационных программ устойчивого развития [5, с. 11–18].

Экологическая группа характеризует объем выбросов, обращение с отходами, энергоемкость, затраты на охрану окружающей среды и наличие рисков, связанных с природными ограничениями. Модель зеленого, резилиентного и инклюзивного развития Всемирного банка связывает восстановление и долгосрочный рост с учетом климатических и социальных рисков [30, с. 15–28].

Систематизированные положения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Рекомендуемые группы показателей устойчивого развития регионов

Группа	Примеры показателей	Назначение в диагностике
Экономическая	ВРП на душу населения; инвестиции; производство; производительность; доля МСП; диверсификация	Оценка ресурсной базы и структуры экономики
Социальная	Реальные доходы; безработица; бедность; демографическая динамика; обеспеченность жильем	Выявление социальной уязвимости и ограничений человеческого капитала
Инфраструктурная	Транспортная доступность; состояние ЖКХ; цифровая обеспеченность; инвестиции в инфраструктуру	Оценка физических ограничений развития
Финансовая	Бюджетная устойчивость; кредиты бизнесу и МСП; вклады; просроченная задолженность; банковское присутствие	Оценка доступности ресурсов и финансовых рисков
Институциональная	Стратегическое планирование; проектное управление; административные процедуры; цифровизация услуг	Оценка способности готовить и реализовывать решения
Экологическая	Выбросы; отходы; энергоемкость; затраты на охрану среды; инвестиции в модернизацию	Оценка экологических ограничений и потребности в обновлении

Примечание — Составлено автором.

Дополнительное значение имеет инновационный контур диагностики. Механизм финансирования инновационной деятельности региона должен оцениваться через совокупность ресурсных, институциональных и результативных показателей [18, с. 673–685]. Управление предпринимательским потенциалом территории требует учитывать качество использования ресурсов и способность региональных институтов создавать условия для развития инициатив [13, с. 207–216].

При формировании финансовой группы показателей целесообразно учитывать не только объем кредитования, но и направленность финансовых решений. Кредитование устойчивого развития должно связываться с целями модернизации и измеримым эффектом проекта [21]. Устойчивые финансовые инструменты расширяют возможности привлечения ресурсов, но требуют оценки ограничений и рисков [10].

Факторы устойчивого развития и степень их управляемости

Показатели фиксируют состояние, тогда как факторы позволяют объяснить причины различий и сформировать решение. Для целей государственного управления факторы целесообразно классифицировать по источнику возникновения и степени управляемости. Макроэкономические факторы включают инфляцию, стоимость заемных ресурсов, динамику спроса и бюджетные ограничения. Отдельный регион не способен изменить их непосредственно, но должен учитывать при выборе сценария.

Структурные факторы характеризуют отраслевую специализацию, зависимость от крупнейших работодателей, экспортную ориентацию, соотношение крупного бизнеса и МСП. Исследования пространственного развития подтверждают необходимость учитывать специфические характеристики территории, а не применять универсальный набор мер [11, с. 164–171; 23, p. 136–143].

Финансовые факторы включают стоимость капитала, доступность кредитования, качество заемщиков, объем сбережений, платежную инфраструктуру и способность проектов привлекать долгосрочные ресурсы. Международная литература раскрывает влияние финансовой доступности на возможности роста предприятий [27, с. 211–220; 24, с. 142–153]. Сравнительные исследования банковских услуг показывают значение не только наличия инфраструктуры, но и фактического использования финансовых продуктов [25, с. 237–250].

Инфраструктурные факторы формируют физические ограничения развития. Институциональные факторы определяют качество правил, координации и подготовки проектов. Социально-демографические факторы связаны с численностью трудоспособного населения, миграцией и человеческим капиталом. Экологические факторы требуют учета отраслевой специфики и затрат на модернизацию. Вклад институциональных правил в снижение неопределенности раскрывается в работах Д. Норта [32, с. 3–10].

С точки зрения управления полезно выделить три уровня воздействия. Прямо управляемые факторы могут изменяться решениями региона: качество проектного управления, приоритеты программ, доступность информации. Косвенно управляемые факторы требуют партнерства: развитие МСП, объем инвестиций, качество инфраструктуры, финансовая доступность. Адаптивно учитываемые факторы находятся преимущественно за пределами регионального контроля: макроэкономическая конъюнктура, денежно-кредитные условия и внешние ограничения.

Систематизированные положения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Классификация факторов устойчивого развития регионов по характеру управленческого воздействия

Группа факторов	Примеры	Степень управляемости	Управленческая реакция
Макроэкономические	Инфляция; стоимость заемных ресурсов; динамика спроса; федеральные ограничения	Преимущественно адаптивное воздействие	Сценарное планирование; раннее выявление отклонений
Структурные	Отраслевая специализация; монозависимость; доля МСП; экспортная ориентация	Прямое и косвенное воздействие	Диверсификация; поддержка новых цепочек добавленной стоимости
Финансовые	Доступность кредитования; качество заемщиков; объем сбережений; просрочка	Косвенное воздействие в партнерстве с банками	Гарантии; льготные программы; улучшение качества проектов
Инфраструктурные	Транспорт; ЖКХ; энергетика; цифровая инфраструктура	Прямое и партнерское воздействие	Инфраструктурные проекты; ГЧП; проектное финансирование
Институциональные	Качество процедур; планирование; координация; проектное управление	Преимущественно прямое воздействие	Стандартизация процедур; проектные офисы; мониторинг
Социально-демографические	Миграция; занятость; человеческий капитал; доходы	Прямое и косвенное воздействие	Социальные программы; развитие компетенций; доступность услуг
Экологические	Выбросы; энергоемкость; отходы; природные ограничения	Прямое, косвенное и адаптивное воздействие	Модернизация; экологические требования; оценка рисков

Примечание — Составлено автором.

Разграничение результата и банковского участия

Для исследования роли банковских структур необходимо развести два аналитических контура. Первый контур отражает состояние региональной системы: экономические, социальные, инфраструктурные, финансовые, институциональные и экологические параметры. Второй контур показывает интенсивность использования банковских инструментов: объем и структуру кредитования, кредиты МСП, инвестиционное финансирование, гарантии, проектное финансирование, цифровые сервисы и показатели финансовой доступности.

Такое разграничение предотвращает методологическую ошибку, при которой кредитная активность одновременно трактуется как результат и инструмент. Высокий объем кредитования населения может сопровождаться ростом долговой нагрузки и не создавать долгосрочного эффекта. Напротив, умеренное финансирование инфраструктурных проектов или МСП может иметь значительный мультипликативный результат. Устойчивость банковской системы также требует контроля качества активов [22].

Банк России закрепляет повышение доступности финансовых услуг в качестве самостоятельного направления развития [1]. Развитие финансовых технологий расширяет дистанционные каналы и снижает часть транзакционных издержек [2]. Статистика размещенных и привлеченных средств позволяет анализировать территориальную структуру банковских операций [3]. Специальные механизмы поддержки МСП дополняют рыночное кредитование гарантийными и организационными решениями [4].

Международный опыт подтверждает необходимость учитывать финансовую доступность. Глобальная база Findex показывает значение цифровых платежей и устойчивости финансового поведения домохозяйств [28, с. 17–29]. OECD Scoreboard систематизирует параметры финансирования МСП и меры поддержки предпринимательства [29, с. 31–47]. При этом показатели доступности следует интерпретировать вместе с качеством услуг, долговой нагрузкой и результатами для бизнеса.

Логика построения интегральной оценки

Интегральная оценка необходима не для формирования рейтинга ради ранжирования, а для типологизации регионов и выбора управленческих решений. Алгоритм включает: отбор показателей; разделение стимуляторов и дестимуляторов; нормирование; расчет субиндексов; определение весов; расчет интегрального индекса; проверку чувствительности; интерпретацию профиля рисков.

Нормирование требуется из-за различий в единицах измерения. Для стимуляторов рост значения должен повышать итоговую оценку, для дестимуляторов — снижать. Весовые коэффициенты могут определяться равными долями, экспертным способом или комбинированно. При наличии выбросов необходимо проверять робастность результатов. Важнее всего не итоговое место региона, а соотношение субиндексов, показывающее характер ограничений.

Два региона с близкими значениями интегрального индекса могут требовать различных решений. Один нуждается в инфраструктурном финансировании, другой — в поддержке МСП и развитии гарантийных механизмов, третий — в снижении долговой нагрузки и повышении качества проектного управления. Такая логика соответствует территориально ориентированному подходу региональной политики и позволяет использовать показатели как основу дифференцированного управления.

Заключение

Система показателей устойчивого развития регионов должна сочетать многомерность, сопоставимость, регулярность обновления и управленческую интерпретируемость. Предложена группировка показателей по экономической, социальной, инфраструктурной, финансовой, институциональной и экологической составляющим. Факторы устойчивости классифицированы по источнику возникновения и степени управляемости.

Для оценки роли банковского сектора необходимо разграничивать показатели состояния региона и показатели интенсивности банковского участия. Интегральная оценка должна применяться совместно с анализом субиндексов и профиля рисков. Это позволяет перейти от универсальных рекомендаций к дифференцированному выбору мер, учитывающему особенности конкретной территории.

Литература

1. Основные направления повышения доступности финансовых услуг в Российской Федерации на период 2025–2027 годов // Банк России. 2024.

2. Основные направления развития финансовых технологий на период 2025–2027 годов // Банк России. 2024.

3. Сведения о размещенных и привлеченных средствах // Банк России. 2025.

4. Поддержка малого и среднего предпринимательства // Банк России. 2025.

5. Бобылева А. З., Аньшин В. М. Построение трансформационных программ перехода бизнеса к работе на принципах устойчивого развития // Государственное управление. Электронный вестник. 2021. № 88. С. 7–22.

6. Воронов А. С. Теоретические подходы к формированию инновационной устойчивости территорий в контексте их пространственного развития // Государственное управление. Электронный вестник. 2021. № 88. С. 173–189.

7. Глазьев С. Ю., Локосов В. В. Оценка предельно критических значений показателей состояния российского общества и их использование в управлении социально-экономическим развитием // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2012. № 4 (22). С. 22–41.

8. Губанова Е. С., Клещ В. С. Преодоление социально-экономического неравенства как условие устойчивого сбалансированного пространственного развития региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12, № 5. С. 44–57.

9. Калина А. В., Савельева И. П. Формирование пороговых значений индикативных показателей экономической безопасности России и ее регионов // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2014. Т. 8, № 4. С. 15–24.

10. Ключников И. К. Устойчивые финансовые инструменты: современное состояние и перспективы развития // Финансовые рынки и банки. 2021. № 7. С. 25–29.

11. Копуш Д.-Х. М., Леонтьева Л. С. Актуальные тенденции пространственного развития регионов Сибирского федерального округа // Государственное управление. Электронный вестник. 2022. № 95. С. 161–174.

12. Леонтьева Л. С., Проскурнова К. Ю. Пространство и территория: направления государственной политики развития // Проблемы теории и практики управления. 2021. № 10. С. 25–37.

13. Леонтьева Л. С., Воронов А. С., Доронина И. Э. Управление ресурсами при развитии предпринимательского потенциала региона // Государственное управление. Электронный вестник. 2018. № 67. С. 203–222.

14. Миленков А. В. Влияние финансово-банковского сектора на социально-экономическое развитие регионов // Вестник университета. 2019. № 12. С. 173–180.

15. Наумов И. В. Роль финансовых ресурсов банковского сектора экономики в социально-экономическом развитии регионов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13, № 6. С. 173–190.

16. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: статистический сборник. М.: Росстат, 2024. 1128 с.

17. Самков К. Н. Финансирование реализации национальных и региональных проектов: проблемы и направления устойчивого развития // Финансы: теория и практика. 2021. Т. 25, № 3. С. 84–97.

18. Семенова Н. Н., Чугунов В. И., Коломасова Р. А. Совершенствование механизма финансирования инновационной деятельности региона в контексте концепции устойчивого развития // Регионология. 2020. Т. 28, № 4. С. 666–694.

19. Софронова В. В. Роль банковской системы в кредитовании экономики региона // Финансы и кредит. 2018. Т. 24, № 5. С. 1031–1045.

20. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.12.2024 г. № 4146-р.

21. Тарасов А. А. Кредитование устойчивого развития корпораций // Банковское дело. 2020. № 5. С. 64–69.

22. Узденова Ф. М. Устойчивое развитие российской банковской системы в современных условиях // Экономика и предпринимательство. 2021. № 12. С. 1132–1136.

23. Barca F., McCann P., Rodriguez-Pose A. The case for regional development intervention: place-based versus place-neutral approaches // Journal of Regional Science. 2012. Vol. 52, No. 1. Pp. 134–152.

24. Beck T., Demirguc-Kunt A., Maksimovic V. Financial and legal constraints to growth: does firm size matter? // Journal of Finance. 2005. Vol. 60, No. 1. Pp. 137–177.

25. Beck T., Demirguc-Kunt A., Martinez Peria M. S. Reaching out: access to and use of banking services across countries // Journal of Financial Economics. 2007. Vol. 85, No. 1. Pp. 234–266.

26. Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience // Regional Studies. 2015. Vol. 49, No. 5. Pp. 733–751.

27. Claessens S. Access to financial services: a review of the issues and public policy objectives // The World Bank Research Observer. 2006. Vol. 21, No. 2. Pp. 207–240.

28. Demirguc-Kunt A., Klapper L., Singer D., Ansar S. The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19. Washington, DC: World Bank, 2022. 203 p.

29. Financing SMEs and Entrepreneurs 2024: An OECD Scoreboard. Paris: OECD Publishing, 2024. 240 p.

30. Green, Resilient, and Inclusive Development. Washington, DC: World Bank, 2021. 146 p.

31. Martin R. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks // Journal of Economic Geography. 2012. Vol. 12, No. 1. Pp. 1–32.

32. North D. C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 152 p.

33. OECD Regional Outlook 2023: The Longstanding Geography of Inequalities. Paris: OECD Publishing, 2023. 240 p.

34. Pike A., Dawley S., Tomaney J. Resilience, adaptation and adaptability // Cambridge Journal of Regions, Economy and Society. 2010. Vol. 3, No. 1. Pp. 59–70.

System of indicators and factors of sustainable regional development: methodological foundations for management diagnostics

Ivanov V.A.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The relevance of the study is determined by the need to move from a general description of sustainable regional development to management diagnostic tools that can identify territorial strengths, vulnerability zones and factors constraining long-term growth. The purpose of the article is to develop methodological foundations for a system of indicators and a classification of factors of sustainable regional development for public administration purposes. The methodological basis of the study includes systems analysis, classification, grouping, comparative analysis and logical modeling. The article substantiates that sustainability diagnostics should combine an assessment of the achieved state, risk identification and analysis of factors shaping territorial adaptability. The proposed principles for selecting indicators include substantive relevance, comparability, management relevance, the absence of excessive duplication and a link with possible policy instruments. Six groups of indicators of sustainable regional development are systematized: economic, social, infrastructural, financial, institutional and environmental. In addition, the article proposes a classification of factors by their source and degree of controllability, which makes it possible to distinguish directly manageable, indirectly manageable and adaptively considered parameters. A separate methodological point is the distinction between indicators describing the state of a regional system and indicators reflecting the intensity of banking instruments. The scientific novelty of the study lies in the proposed logic of an integral assessment focused not only on ranking regions but also on typologizing them, identifying risk profiles and selecting differentiated management measures. The practical significance of the results is related to their possible use in regional strategies, development programs, financial inclusion monitoring and the substantiation of territorial support measures. Further research should include empirical testing of the proposed system of indicators using data for Russian regions.

Keywords: sustainable regional development, indicators, sustainability factors, management diagnostics, composite index, regional policy, banking instruments, financial inclusion.

References

1. Bank of Russia. Main directions for increasing the availability of financial services in the Russian Federation for 2025–2027. Moscow, 2024.
2. Bank of Russia. Main directions for the development of financial technologies for 2025–2027. Moscow, 2024.
3. Bank of Russia. Information on placed and attracted funds. Moscow, 2025.
4. Bank of Russia. Support for small and medium-sized enterprises. Moscow, 2025.
5. Bobyleva, A.Z. and Anshin, V.M. (2021) 'Building transformation programs for business transition to sustainable development principles', Public Administration. E-journal, 88, pp. 7–22.
6. Voronov, A.S. (2021) 'Theoretical approaches to the formation of innovative sustainability of territories in the context of their spatial development', Public Administration. E-journal, 88, pp. 173–189.
7. Glazyev, S.Yu. and Lokosov, V.V. (2012) 'Assessment of critical threshold values of indicators of Russian society and their use in managing socio-economic development', Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 4(22), pp. 22–41.
8. Gubanova, E.S. and Kleshch, V.S. (2019) 'Overcoming socio-economic inequality as a condition for sustainable balanced spatial development of a region', Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 12(5), pp. 44–57.
9. Kalina, A.V. and Saveleva, I.P. (2014) 'Formation of threshold values of indicative indicators of economic security of Russia and its regions', Bulletin of South Ural State University. Series: Economics and Management, 8(4), pp. 15–24.
10. Klyuchnikov, I.K. (2021) 'Sustainable financial instruments: current state and development prospects', Financial Markets and Banks, 7, pp. 25–29.
11. Kopush, D.-H.M. and Leonteva, L.S. (2022) 'Current trends in spatial development of regions of the Siberian Federal District', Public Administration. E-journal, 95, pp. 161–174.
12. Leonteva, L.S. and Proskurnova, K.Yu. (2021) 'Space and territory: directions of state development policy', Problems of Management Theory and Practice, 10, pp. 25–37.
13. Leonteva, L.S., Voronov, A.S. and Doronina, I.E. (2018) 'Resource management in developing the entrepreneurial potential of a region', Public Administration. E-journal, 67, pp. 203–222.
14. Milenkov, A.V. (2019) 'The influence of the financial and banking sector on the socio-economic development of regions', University Bulletin, 12, pp. 173–180.
15. Naumov, I.V. (2020) 'The role of financial resources of the banking sector in the socio-economic development of Russian regions', Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast, 13(6), pp. 173–190.
16. Rosstat (2024) Regions of Russia. Socio-economic indicators. Statistical collection. Moscow: Rosstat.
17. Samkov, K.N. (2021) 'Financing national and regional projects: problems and directions of sustainable development', Finance: Theory and Practice, 25(3), pp. 84–97.
18. Semenova, N.N., Chugunov, V.I. and Kolomasova, R.A. (2020) 'Improving the mechanism for financing regional innovation activities in the context of sustainable development', Regionology, 28(4), pp. 666–694.
19. Sofronova, V.V. (2018) 'The role of the banking system in lending to the regional economy', Finance and Credit, 24(5), pp. 1031–1045.
20. Government of the Russian Federation (2024) Spatial Development Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast until 2036, Order No. 4146-r of 28 December 2024.
21. Tarasov, A.A. (2020) 'Lending for sustainable corporate development', Banking, 5, pp. 64–69.
22. Uzdenova, F.M. (2021) 'Sustainable development of the Russian banking system in modern conditions', Economy and Entrepreneurship, 12, pp. 1132–1136.
23. Barca, F., McCann, P. and Rodriguez-Pose, A. (2012) 'The case for regional development intervention: place-based versus place-neutral approaches', Journal of Regional Science, 52(1), pp. 134–152.
24. Beck, T., Demirguc-Kunt, A. and Maksimovic, V. (2005) 'Financial and legal constraints to growth: does firm size matter?', Journal of Finance, 60(1), pp. 137–177.
25. Beck, T., Demirguc-Kunt, A. and Martinez Peria, M.S. (2007) 'Reaching out: access to and use of banking services across countries', Journal of Financial Economics, 85(1), pp. 234–266.
26. Boschma, R. (2015) 'Towards an evolutionary perspective on regional resilience', Regional Studies, 49(5), pp. 733–751.
27. Claessens, S. (2006) 'Access to financial services: a review of the issues and public policy objectives', The World Bank Research Observer, 21(2), pp. 207–240.
28. Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D. and Ansar, S. (2022) The Global Findex Database 2021: Financial Inclusion, Digital Payments, and Resilience in the Age of COVID-19. Washington, DC: World Bank.
29. OECD (2024) Financing SMEs and Entrepreneurs 2024: An OECD Scoreboard. Paris: OECD Publishing.
30. World Bank (2021) Green, Resilient, and Inclusive Development. Washington, DC: World Bank.
31. Martin, R. (2012) 'Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks', Journal of Economic Geography, 12(1), pp. 1–32.
32. North, D.C. (1990) Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press.
33. OECD (2023) OECD Regional Outlook 2023: The Longstanding Geography of Inequalities. Paris: OECD Publishing.
34. Pike, A., Dawley, S. and Tomaney, J. (2010) 'Resilience, adaptation and adaptability', Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1), pp. 59–70.

Формирование единого транспортного пространства «Север – Юг – Восток» как фактор экономической связанности территории России

Казанцев Иван Сергеевич
кандидат экономических наук, доцент, Академия АСМАП; Генеральный директор, ООО «АСМАП-Сервис», ikazantsev@asmap-service.ru

В статье исследуются проблемы и перспективы формирования единого транспортного пространства «Север – Юг – Восток» как системообразующего фактора экономической связанности территории России в условиях геополитической турбулентности и санкционных ограничений. На основе анализа динамики грузопотоков, состояния транспортной инфраструктуры и структуры парка транспортных средств выявлены ключевые диспропорции развития национального транспортного комплекса. Показано, что переориентация внешнеторговых потоков с западного на южное и восточное направления сопровождается нарастанием инфраструктурных ограничений: незавершенность железнодорожного участка Решт-Астара, дефицит пропускной способности портов Каспийского бассейна и восточного полигона, сверхнормативный износ парка грузовых автомобилей при отсутствии доступных механизмов обновления. Обоснована необходимость интеграции международного транспортного коридора «Север – Юг» и Северного морского пути в единую трансконтинентальную сеть, способную обеспечить связанность российских регионов и выход к рынкам Азии, Ближнего Востока и государств Индийского океана. Определены перспективные направления модернизации транспортной системы, включая завершение инфраструктурных проектов, развитие мультимодальных логистических центров, создание сквозных тарифов и цифровых платформ, а также формирование инвестиционных механизмов обновления подвижного состава. Сделан вывод о том, что реализация данных мероприятий создаст условия для устойчивого экономического роста и укрепления геополитических позиций России в Евразии.

Ключевые слова: международный транспортный коридор, экономическая связанность территории, транспортная инфраструктура, грузовой автомобильный транспорт, Северный морской путь, мультимодальные перевозки, логистика, пространственное развитие, инвестиции в транспорт.

Введение

Текущая геополитическая конъюнктура в сочетании с санкционным давлением инициировала масштабную реконфигурацию глобальных логистических цепочек. На сегодняшний день для России в сложившихся обстоятельствах на первый план выходит вопрос сохранения внутренней экономической связанности. Специфика страны (колоссальная протяженность территории и устоявшееся зонирование промышленных мощностей) исторически придавала транспорту статус системообразующего каркаса. Однако с изменением вектора внешней торговли (сдвиг с западных на южные и восточные рынки) функциональное назначение этого каркаса меняется коренным образом.

Новизна и значимость исследования диктуются необходимостью проектирования сопряженной схемы, объединяющей два стратегических хода — «Север – Юг» и широтное направление «Восток – Запад» (с акцентом на дальневосточный сегмент). Требуется сеть, способная, с одной стороны, гарантировать транспортную доступность регионов, а с другой — обеспечить надежный выход к портам АТР, Ближнего Востока и акватории Индийского океана. Л.Б. Аристова в этой связи подчеркивает, что при сохранении турбулентности на Ближнем Востоке возрастает значимость альтернативных трасс, включая МТК «Север-Юг» и Северный морской путь. Причем этот интерес лежит уже не столько в коммерческой, сколько в политико-стратегической плоскости, упираясь в задачи государственной безопасности [1, с. 345].

Соглашение по «Север – Югу» Россия, Иран и Индия подписали в 2000 году. Однако, как показывают исследователи В.И. Минеев и Д.А. Почекаев, до недавнего времени проект существовал скорее на бумаге: реальные шаги по его запуску отсутствовали, а сам коридор представлял собой отдельные, не связанные друг с другом участки без общей инфраструктуры и логистики [6, с. 106]. Ситуация изменилась только после 2022 года, когда санкционные ограничения превратили этот маршрут из перспективного в практически востребованный. Одновременно начали активнее загружаться и восточные направления.

Сегодня уже нельзя ставить вопрос так, будто мы выбираем между югом и востоком. Эти маршруты не конкуренты, а являются звеньями одной системы [7, С. 372]. Основная задача на сегодняшний день заключается в том, чтобы связать их в общую сеть, где каждый из них усиливает друг друга.

Цель данной статьи – выстроить единое транспортное пространство, объединяющее три вектора (север, юг и восток), также оценить, что это даст для экономической связности российских регионов.

Материалы и методы

Теоретической основой послужили работы российских ученых по вопросам формирования международных транспортных коридоров, грузопотоков и смешанных перевозок.

Методология исследования построена на системном подходе: каждый из коридоров рассматривается не сам по себе, а как часть общей сети, где отдельные маршруты взаимосвязаны. Для количественной оценки процессов применялись сравнительный и статистический методы. Часть выводов подтверждена экспертными оценками.

Из конкретных инструментов использован двухкритериальный подход, предложенный Д.В. Сорокиным и соавторами [9, с. 248]. Он заключается в перераспределении грузопотоков между разными видами транспорта на МТК «Север – Юг» с учетом двух факторов – скорости доставки и стоимости перевозки. Точки, в которых грузы переключаются с одного вида транспорта на другой, определяются с привлечением экспертов. Эта методика полезна для пространственного планирования, так как дает возможность количественно оценить, какие резервы перераспределения существуют в масштабах всей сети. Дополнительно проанализированы документ стратегического планирования Транспортная стратегия РФ до 2030 года.

Результаты

Динамика в транспортном комплексе России складывается неоднородно. Данные Росстата за 2021–2023 гг. фиксируют снижение грузооборота по трем видам транспорта: трубопроводному, железнодорожному и внутреннему водному. При этом автомобильный транспорт показал рост

на 22,1% [5, с. 63]. Удельный вес автосектора в общем объеме перевозок увеличился с 67,2% до 71,7%.

Таким образом, сократившиеся объемы перешли именно на автомобильные перевозки. Следует отметить, что этот переход носит не конъюнктурный, а устойчивый характер. При этом одновременно изменилась региональная структура. Так, в Северо-Западном федеральном округе, где логистика традиционно замыкалась на европейские рынки, объем перевозок уменьшился более чем на 16%. В Южном и Северо-Кавказском округах зафиксирован рост – 12% и 13% соответственно [5, с. 64]. Эти цифры показывают, что транспортные потоки внутри страны начинают смещаться. Важно отметить, что новая конфигурация еще не сложилась: южное и восточное направления обозначились как приоритетные, но их инфраструктурная емкость не соответствует возросшей нагрузке.

Изменение внешнеэкономических условий привело к принудительной перенастройке маршрутной сети. Перемещение основных грузопотоков на юг и восток снижает зависимость от западных транзитных коридоров. Однако при этом одновременно порождает повышенную нагрузку на участки, которые проектировались под меньшие объемы и другое направление движения.

Автомобильный транспорт в этих условиях выполняет функцию компенсатора. Он замещает выпавшие объемы железной дороги и водных магистралей. Однако компенсационные возможности автосектора ограничены. Парк характеризуется высоким уровнем износа, темпы обновления низкие, а каналы приобретения новой техники сужены. При этом железнодорожный и водный транспорт имеют незадействованные резервы, но использовать их мешают инфраструктурные разрывы — отсутствие сквозных путей и стыковочных узлов.

Наиболее проблемные точки локализованы в узлах новой логистической сети. Пропускная способность портов Каспийского бассейна ниже текущих потребностей; в Астрахани навигация ограничена зимним ледоставом, в Махачкале отсутствует контейнерная перегрузочная инфраструктура. Железнодорожный участок Решт—Астара на территории Ирана не сдан в эксплуатацию, что вынуждает переводить грузы с рельсового на автомобильный транспорт, увеличивая сроки и стоимость доставки. Восточный полигон РЖД работает с нагрузкой, близкой к предельной. Это создает риски сбоев как для внутреннего рынка, так и для экспортных поставок.

Следует отметить, что пока перечисленные ограничения не устранены системно, наращивание перевозок по южным и восточным маршрутам будет сдерживаться пропускными и технологическими лимитами. Рост объемов сам по себе не решает проблему. На сегодняшний день необходима модернизация портовой, железнодорожной и автомобильной инфраструктуры с одновременным обновлением подвижного состава.

Важно не рассматривать виды транспорта изолированно, а строить единую логистическую систему, где каждый участок работает в связке с другими. Только такой комплексный подход способен обеспечить устойчивую связанность российских регионов в изменившихся условиях.

К этому же выводу приводят и исследования других авторов. Так, Ю.О. Глушкова с коллегами подчеркивают, что развитие коридора сдерживают недостающие звенья инфраструктуры, отсутствие сквозных тарифов и сложные пограничные процедуры [3, с. 123]. Наш анализ полностью это подтверждает. Особенно остро стоит проблема недостроенного участка Решт-Астара: как верно замечают О.М. Петрушина и соавторы, это вынуждает использовать автотранспорт на стыке маршрутов, что значительно увеличивает время и стоимость перевозки [7, с. 373]. По прогнозам, завершение строительства к 2027–2028 годам способно довести грузопоток до 30 млн тонн в год.

В свою очередь, В.И. Минеев и Д.А. Почекаев обращают внимание на критическое состояние портовой инфраструктуры на Каспии. Астраханский порт замерзает, Махачкалинский не имеет контейнерных мощностей – эти проблемы не позволяют использовать даже те ограниченные возможности, которые имеются [6, с. 109]. Если не заняться их решением в комплексе с другими узкими местами, все усилия по развитию южного маршрута рискуют остаться малоэффективными.

В 2021 году совокупный грузооборот трех каспийских портов составил 7 млн тонн, тогда как на других направлениях этот показатель превышал 200 млн тонн по каждому из портов [6, с. 109].

На восточном направлении проблематика также нарастает. А.Б. Бардаль указывает, что транспортный комплекс Дальнего Востока подвержен структурным сдвигам под влиянием макроэкономической динамики и геополитических факторов [2, с. 79]. Перегруженность восточного полигона железных дорог, нехватка контейнерного парка, ограниченная пропускная способность пограничных переходов – эти факторы создают риски для бесперебойного снабжения как внутреннего рынка, так и экспортных поставок. В 2024 году оборот грузового вагона на сети ОАО «РЖД» увеличился на 10,7%, а время простоя вагона под грузовыми операциями выросло с 198,9 до 226,8 часов [8, с. 246].

Наиболее уязвимым звеном транспортной системы остается парк грузовых автомобилей. Автомобильный транспорт, обладая самой высокой мобильностью, одновременно сталкивается с наиболее острыми проблемами обновления парка. Как показывает анализ, почти треть седельных тягачей эксплуатируется более 11 лет, а существующие механизмы замены основных фондов работают недостаточно эффективно [4, с. 21]. К внешним факторам, усугубляющим ситуацию, добавляются уход европейских производителей, переориентация на китайскую технику и резкое удорожание кредитов – в октябре 2024 года ключевая ставка достигла 21%. Как следствие, за три квартала 2024 года продажи грузовых автомобилей упали на 22,1% [4, с. 22], что ставит под сомнение возможность освоения растущих грузопотоков на южных и восточных маршрутах.

В то же время спрос на перевозки по МТК «Север – Юг» неуклонно растет. Объем грузопотока увеличился с 6,3 млн тонн в 2021 году до прогнозируемых 22,6 млн тонн в 2024 году [7, с. 372]. Прирост по западной ветви составил 11 млн тонн (среднегодовой темп – 58,4%), по восточной – 3,6 млн тонн (50,4%), по транскаспийской – 1,7 млн тонн (36,5%). Коридор востребован, однако его пропускные возможности используются далеко не полностью.

Таким образом, складывается противоречивая картина: с одной стороны, грузопотоки на южном и восточном направлениях стремительно увеличиваются; с другой – техническая база автомобильного транспорта, на который ложится основная нагрузка, находится в критическом состоянии. Износ парка, отсутствие доступных кредитов и зависимость от импортной техники создают серьезные риски для дальнейшего наращивания перевозок. Без обновления подвижного состава все разговоры о развитии южных и восточных маршрутов останутся благими пожеланиями. Парк автомобилей и вагонов, который сегодня берет на себя основную нагрузку, изношен. Новые машины почти не поступают — ни через лизинг, ни через прямые закупки, потому что ставки по кредитам высоки, а доступ к импортной технике перекрыт. Можно, конечно, попробовать запустить льготный лизинг или субсидировать процентные ставки по кредитам на обновление. Но пока таких решений нет, и мы рискуем через два-три года упереться в нехватку подвижного состава. А это значит, что грузы встанут на подходах к портам и железнодорожным узлам, и весь тот рост, который мы сейчас видим на южных и восточных направлениях, застопорится. Поэтому обновление парка надо рассматривать не как второстепенный вопрос, а как базовое условие работоспособности всей новой схемы перевозок.

Если же сравнивать сам южный коридор с традиционным маршрутом через Суэц, картина получается противоречивая. По времени МТК выигрывает ощутимо: контейнер из Мумбаи в Москву идет по западной ветке 15–24 суток, тогда как через Суэцкий канал — 30–45 суток [7, с. 373]. Разница почти в два раза. Но при этом стоимость доставки по «Север — Югу» оказывается выше в полтора-два раза. И это главный тормоз: пока цены такие высокие, массовый груз не пойдет по этому маршруту, его будут возить морем. Чтобы переломить ситуацию, нужно не просто снижать тарифы, а пересматривать всю систему сборов и упрощать процедуры на границах и перегрузках. Иначе преимущество в скорости так и останется теоретическим, невостребованным коммерчески.

Отдельно стоит сказать про Северный морской путь. В последние годы о нем говорят как об альтернативе Суэцу, и прогнозы действительно впечатляют: на 2025 год ожидается грузооборот в 37,6 млн тонн (однако, по факту, эти показатели достигнуты не были, что говорит о необходимости более взвешенного подхода к планированию), а время доставки из Европы в Китай — около 25 суток, что на 10 дней быстрее, чем через Суэцкий канал [1, с. 347]. Но СМП не работает сам по себе. Его реальная ценность раскроется только тогда, когда его свяжут с остальной сетью — в первую очередь с МТК «Север — Юг». Получится трансконтинентальный маршрут, который проходит целиком по российской территории. Однако для этого нужно не только строить ледоколы, но и сшивать встык разные участки: там, где кончается морской путь, должна начинаться железная дорога, а за ней — автомобильный финиш. Сейчас как раз в этих стыках — основные потери времени и денег. Институционально и инфраструктурно они пока не проработаны.

Заключение

Объединение южного, восточного и северного (по СМП) векторов в единую систему перевозок сегодня — не управленческий сценарий из числа желательных, а условие сохранения связанности российских регионов. Альтернативы этому нет: старые маршруты, завязанные на западные транзиты, либо потеряли объемы, либо стали ненадежными.

При этом текущее состояние инфраструктуры и парка к таким изменениям не готовы. Рост на южных и восточных направлениях обеспечен ценой перегрузки узлов и подвижного состава, который давно не обновлялся. На практике есть несколько разнородных участков, которые формально относятся к одним коридорам, а фактически существуют раздельно.

Конкретные ограничения известны: западная ветвь МТК упирается в незавершенный перегон Решт—Астара; каспийские порты работают с превышением пропускной нормы, при этом Махачкала не имеет контейнерной инфраструктуры, а Астрахань на зиму фактически выключается из цепочки. Восточный полигон РЖД эксплуатируется в режиме предельной загрузки, что создает риски сбоев и для внутреннего рынка, и для экспорта. Парк автомобилей изношен, и механизмов его системного обновления пока не создано. Вдобавок ко всему — тарифы и таможенные процедуры на разных участках маршрута не согласованы, что увеличивает транзакционные издержки.

С другой стороны, предпосылки для изменений объективно существуют. Грузопотоки на юг и восток растут, причем устойчиво. Не менее важным является то, что к этим маршрутам проявили интерес страны БРИКС и Ближнего Востока. Но этот интерес конвертируется в реальные перевозки только в той мере, в какой маршрут становится предсказуемым по срокам и цене.

В связи с этим необходимо достроить железнодорожное звено на иранском участке и привести портовые мощности в соответствие с пропускной способностью железнодорожных подходов. На восточном полигоне — ликвидировать «узкие места» наиболее загруженных перегонов и параллельно готовить инфраструктуру для круглогодичной работы СМП (включая ледокольное обеспечение). Вдоль основных трасс следует организовать мультимодальные хабы, где грузы можно консолидировать, перегружать с одного вида транспорта на другой и распределять по конечным пунктам. Тарифную политику стоит перевести на сквозные принципы — чтобы стоимость перевозки была понятна на всем маршруте, а не собиралась из разрозненных ведомственных расценок. Для координации всех участников процесса требуется цифровая платформа, фиксирующая статус груза и доступные пропускные мощности в реальном времени. И наконец, по автопарку — нужны не разовые закупки, а постоянно действующий механизм (например, через концессии или долгосрочные лизинговые программы с фиксированной ставкой).

Без комплексной увязки всех этих направлений (инфраструктуры, тарифов, администрирования и обновления парка) рассчитывать на устойчивую работу коридоров не приходится. Каждый из перечисленных пунктов по отдельности не даст эффекта: новый терминал не заменит отсутствующих вагонов, а снижение тарифов не поможет, если границы простаивают. Только одновременное движение по всем направлениям может превратить нынешнюю совокупность разрозненных участков в работающую трансконтинентальную сеть.

Литература

1. Аристова Л.Б. Геоэкономическое значение транспортных коридоров России: «Север-Юг» и северный морской путь в контексте альтернативных маршрутов. Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества. – 2025. – № 4 (15). – С. 345-348.
2. Бардаль А.Б. Транспортный комплекс Дальнего Востока: структурные изменения на фоне общеэкономической динамики и геополитических шоков. Пространственная экономика. – 2025. – Т. 21. – № 2. – С. 78-113.
3. Глушкова Ю.О., Одинцова Т.Н., Славнецкова Л.В., Уманская М.В. Мультимодальный международный транспортный коридор «Север – Юг»: состояние, развитие и управление. Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2023. – № 2 (38). – С. 116-123.
4. Казанцев И.С. Перспективы развития грузового автомобильного транспорта Российской Федерации / И.С. Казанцев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2026. – № 3. – С. 20-24.
5. Казанцев И.С. Разворот с Запада на Восток и Юг. Проблемы и тенденции национального транспортного комплекса: грузовой автомобильный транспорт сегодня. Первый экономический журнал. – 2024. – № 11 (353). – С. 59-69.
6. Минеев В.И., Почекаев Д.А. Перезагрузка международного транспортного коридора «Север – Юг». Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – № 74. – С. 105-116.
7. Петрушина О.М., Горина А.С., Горин Н.С. Развитие международного транспортного коридора «Север – Юг»: текущее состояние, динамика и перспективы модернизации. Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 2 (58). – С. 371-376.
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года.
9. Сорокин Д.В., Хашев А.И., Науразбаев С.М., Степовая А.И., Яновский А.П. Оценка возможности перераспределения грузопотока между различными видами транспорта на генеральных направлениях МТК «Север – Юг»: теоретические аспекты. Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2 (98). – С. 243-253.

Formation of a unified «North-South-East» transport space as a factor in economic connectivity of Russia's territory

Kazantsev I.S.

"ASMAP Academy", ASMAP-Service LLC

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the problems and prospects of forming a unified transport space «North – South – East» as a system-forming factor of the economic connectivity of the Russian territory in the context of geopolitical turbulence and sanctions restrictions. Based on the analysis of cargo flow dynamics, the state of transport infrastructure and the structure of the vehicle fleet, key disproportions in the development of the national transport complex are identified. It is shown that the reorientation of foreign trade flows from the western to the southern and eastern directions is accompanied by increasing infrastructural constraints: the incompleteness of the Rasht-Astara railway section, the deficit of throughput capacity of the Caspian basin ports and the eastern railway range, and the excessive depreciation of the freight vehicle fleet in the absence of accessible renewal mechanisms. The necessity of integrating the international transport corridor "North – South" and the Northern Sea Route into a unified transcontinental network capable of ensuring the connectivity of Russian regions and access to the markets of Asia, the Middle East and the Indian Ocean is substantiated. Promising directions for the modernization of the transport system are identified, including the completion of infrastructure projects, the development of multimodal logistics centers, the creation of through tariffs and digital platforms, as well as the formation of investment mechanisms for the renewal of rolling stock. It is concluded that the implementation of these measures will create conditions for sustainable economic growth and strengthening Russia's geopolitical positions in Eurasia.

Keywords: international transport corridor, economic connectivity of territory, transport infrastructure, freight road transport, Northern Sea Route, multimodal transportation, logistics, spatial development, transport investment.

References

1. Aristova L.B. Geo-economic importance of Russian transport corridors: "North-South" and the Northern Sea Route in the context of alternative routes. Russia and China: History and Prospects of Cooperation. – 2025. – No. 4 (15). – P. 345-348.
2. Bardal A.B. Transport complex of the Far East: structural changes against the background of general economic dynamics and geopolitical shocks. Spatial Economics. – 2025. – Vol. 21. – No. 2. – P. 78-113.
3. Glushkova Yu.O., Odintsova T.N., Slavnetskova L.V., Umanskaya M.V. Multimodal international transport corridor "North – South": state, development and management. Actual Problems of Economics and Management. – 2023. – No. 2 (38). – P. 116-123.
4. Kazantsev I.S. Prospects for the development of freight road transport in the Russian Federation. Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law. – 2026. – No. 3. – P. 20-24.
5. Kazantsev I.S. Turn from West to East and South. Problems and trends of the national transport complex: freight road transport today. First Economic Journal. – 2024. – No. 11 (353). – P. 59-69.
6. Mineev V.I., Pochekaev D.A. Reloading of the international transport corridor "North – South". Scientific Problems of Water Transport. – 2023. – No. 74. – P. 105-116.
7. Petrushina O.M., Gorina A.S., Gorin N.S. Development of the international transport corridor "North – South": current state, dynamics and prospects for modernization. Natural Sciences and Humanities Research. – 2025. – No. 2 (58). – P. 371-376.
8. Decree of the Government of the Russian Federation No. 3363-r of November 27, 2021. Transport Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast for the period up to 2035.
9. Sorokin D.V., Khashev A.I., Nauruzbaev S.M., Stepovaya A.I., Yanovsky A.P. Assessment of the possibility of redistributing cargo flow between various modes of transport on the main routes of the ITC "North – South": theoretical aspects. Bulletin of Rostov State Transport University. – 2025. – No. 2 (98). – P. 243-253.

Винный туризм как фактор регионального развития сельских территорий Российской Федерации

Калашников Александр Сергеевич
магистрант, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, akalashnikov21@mail.ru

Статья посвящена исследованию роли винного туризма в диверсификации экономики сельских территорий России. Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных инструментов развития сельских территорий в условиях ограниченности бюджетных ресурсов и необходимости повышения занятости сельского населения. Цель исследования – оценить современное состояние и потенциал винного туризма как фактора диверсификации экономики сельских территорий, выявить ключевые региональные диспропорции и обосновать направления совершенствования региональной политики. Методологическую базу составили методы сравнительного и статистического анализа, анализ официальных данных о туристских потоках и инвестиционных проектах, изучение отраслевых исследований. В результате исследования выявлена существенная региональная дифференциация в развитии винного туризма: Краснодарский край аккумулирует 68,2% всех энотуристов (750 тыс. человек в 2025 году), тогда как доля остальных регионов значительно ниже. Проанализирована динамика роста турпотока, инвестиционная активность винодельческих хозяйств в развитие туристической инфраструктуры. Исследован мультипликативный эффект винного туризма для сельских территорий, включая создание рабочих мест и развитие смежных отраслей. Предложены направления совершенствования региональной политики: законодательное закрепление статуса винного туризма, упрощение процедур перевода земель под туристическую инфраструктуру, развитие межрегиональных туристических маршрутов.

Ключевые слова: региональная экономика, винный туризм, энотуризм, сельские территории, диверсификация экономики, региональная дифференциация, государственная поддержка, мультипликативный эффект.

Введение

Сельские территории Российской Федерации традиционно сталкиваются с комплексом социально-экономических проблем, включающих высокий уровень безработицы, отток населения в крупные города, низкую диверсификацию экономики и недостаточное развитие инфраструктуры. В этих условиях поиск эффективных инструментов диверсификации сельской экономики приобретает особую актуальность. Одним из таких инструментов выступает винный туризм, который в последние годы демонстрирует устойчивый рост и способен стать значимым драйвером развития сельских территорий в винодельческих регионах.

Как справедливо отмечает член Комитета Госдумы по бюджету и налогам Никита Чаплин, открытие туристических объектов на винодельнях даст мощный импульс для развития отрасли и создаст новые рабочие места в сельской местности [1]. Винный туризм перестал восприниматься как путешествие только ради вина – это хороший способ продвижения регионов, знакомства с культурой и традициями мест, на его базе можно строить новые турпродукты и форматы.

Актуальность исследования обусловлена несколькими факторами. Во-первых, в 2025 году в России был принят закон о развитии винного туризма, предоставляющий виноградарским и винодельческим хозяйствам право строить и реконструировать объекты туристической инфраструктуры на землях сельхозназначения. Во-вторых, наблюдается устойчивый рост туристического потока на винодельни: в 2025 году объекты винного туризма в России посетили свыше 1 млн человек, что на 25% превысило показатели 2024 года [2]. В-третьих, развитие винного туризма создает мультипликативный эффект для сельских территорий, стимулируя строительство гостиниц, развитие дорожной инфраструктуры, создание новых рабочих мест и повышение узнаваемости региональных брендов.

Цель настоящего исследования – оценить современное состояние и потенциал винного туризма как фактора диверсификации экономики сельских территорий, выявить ключевые региональные диспропорции и обосновать направления совершенствования региональной политики.

Материалы и методы

Теоретическую основу исследования составили научные публикации отечественных авторов по проблемам развития сельских территорий, региональной экономической политики и винного туризма.

Информационную базу работы сформировали официальные статистические данные и аналитические материалы: данные Российского союза туриндустрии о туристских потоках на винодельни; информация Министерства сельского хозяйства РФ о развитии отрасли и поддержке сельского туризма; отраслевые исследования; публикации в деловых изданиях о региональных практиках развития винного туризма.

Методология исследования базируется на системном подходе к анализу региональных различий в развитии винного туризма. В работе использованы методы сравнительного анализа туристских потоков в различных регионах, статистический анализ динамики посещаемости виноделен, а также метод типологизации регионов по уровню развития винного туризма.

Литературный обзор

Проблемы развития сельских территорий и поиска эффективных инструментов их диверсификации исследуются в работах многих отечественных ученых. В научной литературе отмечается, что сельские территории России характеризуются устойчивыми диспропорциями социально-экономического развития, что требует разработки новых подходов к стимулированию их экономической активности.

Вопросы развития винного туризма как фактора регионального развития рассматриваются в работах, посвященных анализу туристско-рекреационного потенциала винодельческих регионов. Исследователи подчеркивают, что винный туризм способствует не только увеличению туристского потока, но и формированию устойчивого бренда территории, повышению инвестиционной привлекательности и развитию смежных отраслей.

Важное значение для настоящего исследования имеют работы, анализирующие мультипликативные эффекты туризма для сельских территорий. Как отмечается в отраслевых исследованиях, каждый рубль, вло-

женный в развитие туристической инфраструктуры, создает дополнительные рабочие места в смежных отраслях и способствует росту налоговых поступлений в региональные бюджеты.

Результаты

Анализ данных о развитии винного туризма в Российской Федерации позволяет выделить несколько ключевых тенденций, характеризующих современное состояние отрасли.

Первая тенденция – устойчивый рост туристического потока на винодельни. В 2025 году объекты винного туризма в России посетили свыше 1 млн человек, что на 25% превысило показатели 2024 года [3]. По итогам 2026 года ожидается порядка 1,2 млн путешественников [2]. При этом, по данным Российского союза туриндустрии, потенциальный поток туристов на российские винодельни составляет 5-6 млн человек в год [2, 4].

Вторая тенденция – существенная региональная дифференциация. В таблице 1 представлено распределение туристического потока на винодельни по регионам России в 2025 году.

Таблица 1

Распределение туристического потока на винодельни по регионам России в 2025 году (Составлено автором по [2-9])

Регион	Количество энотуристов, тыс. чел.	Доля в общем потоке, %
Краснодарский край	750,0	68,2
Республика Крым	210,0	19,1
Республика Дагестан	30,0	2,7
г. Севастополь	28,5	2,6
Ставропольский край	22,5	2,1
Ростовская область	11,0	1,0
Прочие регионы	–	4,3
ВСЕГО	1 100,00	100,0

Как следует из представленных данных, Краснодарский край является безусловным лидером, аккумулируя 750 тыс. энотуристов, что составляет почти 70% от всех посещений [5]. Второе место заняла Республика Крым с 210 тыс. туристов, третье место – Республика Дагестан, четверное – Севастополь, пятое – Ставропольский край, шестое – Ростовская область [2, 6].

Третья тенденция – активное развитие туристической инфраструктуры виноделен. По состоянию на август 2025 года в России действует 284 винодельни с общей площадью виноградников 110,2 тыс. га, из которых 133 объекта, или 47%, оборудованы туристической инфраструктурой [7]. Наибольшая доля виноделен, предлагающих туристическую инфраструктуру, представлена в Краснодарском крае и Крыму – около 80% объема рынка. За последние 15 лет открылось около 80 виноделен, доступных для посещения.

В Краснодарском крае туристические услуги оказывают 35 виноделен [5]. В регионе действует маршрут «Винные дороги Краснодарского края» протяженностью 528 км, объединяющий 19 хозяйств [5]. За девять месяцев 2025 года лидерами по турпотоку стали «Абрау-Дюрсо», «Шато де Талю», «Шато Андре», «Долина Лефкадия», Центр энологии «Шато Тамань», а также «Поместье Голубицкое» [8]. Только «Абрау-Дюрсо» в 2024 году принял более 250 тыс. экскурсантов, что на 20% больше показателей предыдущего периода.

Четвертая тенденция – инвестиционная активность винодельческих хозяйств в развитие туристической инфраструктуры. В Ростовской области в 2025 году винодельческие хозяйства активизировали развитие туристической инфраструктуры на фоне роста интереса к агро- и энотуризму. В первом полугодии фермерские предприятия приняли более 10 тыс. туристов и экскурсантов, что на 80% больше, чем годом ранее [9]. Количество энотуристов, посетивших винодельческие предприятия в Ростовской области, достигло более 11 тыс. в 2025 году, что в 2,8 раза больше по сравнению с показателями 2024 года [6].

Хозяйство «Эльбузд» в Азовском районе построило шатер площадью 150 кв. м, рассчитанный на проведение мероприятий до 150 человек, частично за счет гранта Минсельхоза РФ по программе «Агротуризм» [9]. В Мартыновском районе хозяйство Vinabani реализует проект по расширению номерного фонда и строительству новых производственных корпусов стоимостью 28 млн рублей [9].

В г. Севастополе реализуются крупные инвестиционные проекты: модернизация завода «Инкерман» с созданием центра винного туризма (инвестиции 4,2 млрд рублей), развитие «Золотой Балки» с инвестициями около 4 млрд рублей. По данным, озвученным президентом РФ, за 2022–2025 годы поставленная задача по привлечению 200 млрд рублей частных инвестиций в отрасль была выполнена [10].

Пятая тенденция – законодательное оформление винного туризма как самостоятельного направления государственной политики. В конце 2025 года Госдума приняла закон о развитии винного туризма, который предоставляет виноградарским и винодельческим хозяйствам право строить и реконструировать объекты для производства вина, а также создавать инфраструктуру для сельского туризма на землях сельхозназначения [1]. Инициаторами законопроекта выступили депутаты от Краснодарского края и Крыма. Закон допускает строительство на виноградниках туристических объектов при соблюдении ряда условий: площадь строений должна составлять не более 0,5% от площади виноградных насаждений, расположенных в границах земельного участка. Как отмечает депутат Никита Чаплин, принятый документ снимает излишние административные барьеры, позволяя хозяйствам создавать полноценные производственные комплексы и развивать агротуризм непосредственно на своих землях [1].

Шестая тенденция – растущий интерес населения к винному туризму. По результатам опроса Центра изучения потребительского поведения Роскачества, 54% жителей России интересуются этим направлением [11]. Исследование сервиса «Островок» и Роскачества выявило двукратное увеличение спроса на размещение в винодельческих регионах страны в период с апреля по ноябрь 2025 года по сравнению с аналогичным периодом 2024 года. В Балаклаве, где работает винодельня «Золотая балка», число бронирований со стороны российских туристов выросло в 2,5 раза [12].

Обсуждение

Проведенный анализ позволяет сформулировать ряд выводов и предложений по совершенствованию региональной политики в сфере винного туризма с учетом выявленных проблем и региональной дифференциации.

Первое направление – законодательное закрепление статуса винного туризма и упрощение процедур перевода земель под туристическую инфраструктуру. Принятый в конце 2025 года закон о развитии винного туризма стал важным шагом в этом направлении. Как отмечает Ольга Широкова, партнер NF GROUP, энотуризм в России в последние годы демонстрирует активный рост, чему способствует, с одной стороны, увеличение внутреннего туризма, а с другой – значительный прогресс в отечественном виноделии [13]. Вместе с тем, как подчеркивается в отраслевых публикациях, сохраняются проблемы, связанные с нехваткой дорог в регионах, что ограничивает туристический поток, и дефицитом кадров, из-за которого количество вакансий превышает количество резюме в этой сфере.

Второе направление – развитие межрегиональных туристических маршрутов, объединяющих винодельческие регионы. Опыт Краснодарского края по созданию маршрута «Винные дороги Краснодарского края» протяженностью 528 км, объединяющего 19 хозяйств, может быть тиражирован в других винодельческих регионах [5]. В Крыму развивается маршрут «Винная дорога Крыма». В Ростовской области создается кольцо винного туризма Азов-Ростов-на-Дону-Цимлянское море. Перспективным направлением является создание межрегиональных туристических маршрутов, объединяющих винодельческие регионы Юга России.

Третье направление – усиление государственной поддержки развития туристической инфраструктуры виноделен. Как отмечает президент РСТ Илья Уманский, винодельням стоит озадачиться созданием готовых турпродуктов, а также адаптивной инфраструктуры для приема путешественников [2]. Многие винодельни до сих пор ориентированы исключительно на дегустацию, отсутствуют средства размещения, организация активностей, не решены вопросы навигации и логистики. В этой связи целесообразно расширение программ грантовой поддержки, аналогичных программе «Агротуризм» Минсельхоза РФ, и развитие механизмов государственно-частного партнерства в создании туристической инфраструктуры.

Четвертое направление – стимулирование создания комплексных туристических кластеров на базе виноделен. Как подчеркивает Никита Чаплин, закон стимулирует создание комплексных туристических кластеров, где гости смогут познакомиться с процессом создания вина, что увеличит привлекательность регионов [1]. Это является в особенности важным для сельских территорий, где создание таких кластеров может стать драйвером экономического развития.

Пятое направление – развитие кадрового потенциала для винного туризма. Дефицит квалифицированных специалистов является одним из ключевых барьеров развития отрасли [14]. Целесообразно развитие образовательных программ по подготовке специалистов в сфере энотуризма, включая виноделов, туристических гидов, специалистов по гостеприимству, на базе региональных вузов и колледжей.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать несколько выводов. Винный туризм в Российской Федерации демонстрирует устойчивый рост и становится значимым фактором диверсификации экономики сельских территорий. В 2025 году объекты винного туризма посетили свыше 1 млн человек, по итогам 2026 года ожидается порядка 1,2 млн путешественников. При этом потенциальный поток туристов на российские винодельни оценивается в 5-6 млн человек в год [2].

Вместе с тем выявлена существенная региональная дифференциация: Краснодарский край аккумулирует почти 70% от всех посещений, тогда как доля остальных регионов значительно ниже. В Ростовской области количество энотуристов достигло 11 тыс. в 2025 году, что в 2,8 раза больше по сравнению с 2024 годом.

Развитие винного туризма создает мультипликативный эффект для сельских территорий. Винодельческие хозяйства инвестируют в строительство дегустационных залов, гостиниц и сопутствующих объектов. Открытие туристических объектов на винодельнях создает новые рабочие места в сельской местности. Принятый в конце 2025 года закон о развитии винного туризма снимает излишние административные барьеры и создает правовую основу для дальнейшего развития отрасли.

Совершенствование региональной политики в сфере винного туризма должно включать законодательное закрепление статуса винного туризма и упрощение процедур перевода земель под туристическую инфраструктуру, развитие межрегиональных туристических маршрутов, усиление государственной поддержки развития туристической инфраструктуры виноделен, стимулирование создания комплексных туристических кластеров и развитие кадрового потенциала.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку методических подходов к оценке мультипликативного эффекта винного туризма для сельских территорий, анализ факторов успеха регионов-лидеров для тиражирования лучших практик, а также оценку эффективности новых инструментов поддержки, внедряемых в рамках законодательства о винном туризме.

Литература

1. Депутат: Открытие отелей на винодельнях создаст рабочие места на селе // Парламентская газета. – 2025. – 18 декабря. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.pnp.ru/economics/deputat-otkrytie-oteley-na-vinodelnyakh-sozdast-rabochie-mesta-na-sele.html (дата обращения: 25.06.2026).
2. В РСТ рассказали, где заняться энотуризмом в России // Интерфакс Россия. – 2026. – 18 июня. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.interfax-russia.ru/index.php/tourism/news/v-rst-rasskazali-gde-zanyatsya-enoturizmom-v-rossii (дата обращения: 25.06.2026).
3. Более 1 млн человек посетили винодельни России в 2025 году // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 2026. – 24 февраля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mcx.gov.ru/press-service/news/bolee-1-mln-chelovek-posetili-vinodelni-rossii-v-2025-godu/ (дата обращения: 25.06.2026).
4. Российский винный туризм на взлете: почему 2025 год стал годом прорыва // ТУРПРОМ. – 2025. – 19 декабря. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tourprom.ru/news/81221/ (дата обращения: 25.06.2026).
5. Кубань стала лидером по числу энотуристов в 2025 году // Ведомости. ЮГ. – 2026. – 24 февраля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://south.vedomosti.ru/south/news/2026/02/24/1178764-kuban-stala (дата обращения: 25.06.2026).
6. Число посещений виноделен Дона энотуристами достигло 11 тыс. в 2025 г. // РБК. – 2026. – 24 июня. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rostov.rbc.ru/rostov/freenews/6a3b7fcd9a79477446e095cf (дата обращения: 25.06.2026).
7. Винные тропы России: туристам раскрыли карту энотуризма // ТУРПРОМ. – 2025. – 6 сентября. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tourprom.ru/news/77435/ (дата обращения: 25.06.2026).
8. Поток туристов на винодельни Кубани сохранился на уровне прошлого года // РБК. – 2025. – 28 ноября. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/69286d759a79470519e3e59e (дата обращения: 25.06.2026).
9. Ростовские винодельни инвестируют в агротуризм на фоне роста турпотока // Ведомости. ЮГ. – 2025. – 31 октября. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://south.vedomosti.ru/south/news/2025/10/31/1151360-vinodelni (дата обращения: 25.06.2026).
10. «Изюминка - винодельческая отрасль». Путин и Развожаев обсудили стратегию развития Севастополя // Российская газета. – 2025. – 16 июня. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rg.ru/2025/06/16/reg-ufo/gorod-osobogo-statusa.html (дата обращения: 25.06.2026).
11. Аналитики заявили о росте спроса на винный туризм // ТАСС. – 2025. – 19 декабря. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tass.ru/ekonomika/25958505 (дата обращения: 25.06.2026).
12. Энотуризм в России 2025: рост бронирований и популярность виноделен Крыма и Краснодарского края // TourDom. – 2025. – 22 декабря. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.tourdom.ru/news/spros-na-vinnye-puteshestviya-uverenno-rastet-otmechayut-analitiki.html (дата обращения: 25.06.2026).
13. На Кубани расположено 36% виноделен с туристической инфраструктурой // РБК. – 2025. – 3 сентября. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/68b8381c9a79473b1345eec7 (дата обращения: 25.06.2026).
14. Индустрии туризма нужно до двух миллионов новых работников // Российская газета. – 2025. – 20 марта. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rg.ru/2025/03/20/priglasiat-gostej.html (дата обращения: 25.06.2026).

Wine tourism as a factor in regional development of rural areas of the Russian Federation

Kalashnikov A.S.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the study of the role of wine tourism in the diversification of the rural economy in Russia. The relevance of the study is due to the need to find effective tools for the development of rural areas in the context of limited budget resources and the need to increase rural employment. The purpose of the study is to assess the current state and potential of wine tourism as a factor in the diversification of the rural economy, identify key regional disparities and substantiate directions for improving regional policy. The methodological basis consisted of methods of comparative and statistical analysis, analysis of official data on tourist flows and investment projects, and study of industry research. As a result of the study, a significant regional differentiation in the development of wine tourism was revealed: the Krasnodar Krai accounts for 68,2% of all wine tourists (750 thousand people in 2025), while the share of other regions is significantly lower. The dynamics of tourist flow growth and investment activity of wineries in the development of tourism infrastructure are analyzed. The multiplier effect of wine tourism for rural areas, including job creation and the development of related industries, is studied. Directions for improving regional policy are proposed: legislative consolidation of the status of wine tourism, simplification of procedures for the transfer of land for tourism infrastructure, and the development of interregional tourist routes.

Keywords: regional economy, wine tourism, enotourism, rural areas, economic diversification, regional differentiation, state support, multiplier effect.

References

1. Deputy: Opening hotels at wineries will create jobs in rural areas // Parliamentary newspaper. – 2025. – December 18. [Electronic resource]. Access mode: https://www.pnp.ru/economics/deputat-otkrytie-oteley-na-vinodelnyakh-sozdast-rabochie-mesta-na-sele.html (access date: 06/25/2026).
2. The Russian Union of Travel Industry (RST) explained where to engage in wine tourism in Russia // Interfax Russia. – 2026. – June 18. [Electronic resource]. Access mode: https://www.interfax-russia.ru/index.php/tourism/news/v-rst-rasskazali-gde-zanyatsya-enoturizmom-v-rossii (access date: 06/25/2026).
3. Over 1 million people visited Russian wineries in 2025 // Ministry of Agriculture of the Russian Federation. – 2026. – February 24. [Electronic resource]. Access mode: https://mcx.gov.ru/press-service/news/bolee-1-mln-chelovek-posetili-vinodelni-rossii-v-2025-godu/ (access date: 06/25/2026).
4. Russian wine tourism on the rise: why 2025 became the breakthrough year // TURPROM. – 2025. – December 19. [Electronic resource]. Access mode: https://www.tourprom.ru/news/81221/ (access date: 06/25/2026).
5. Kuban became the leader in the number of wine tourists in 2025 // Vedomosti. SOUTH. – 2026. – February 24. [Electronic resource]. Access mode: https://south.vedomosti.ru/south/news/2026/02/24/1178764-kuban-stala (access date: 06/25/2026).
6. The number of visits to Don wineries by wine tourists reached 11 thousand in 2025 // RBC. – 2026. – June 24. [Electronic resource]. Access mode: https://rostov.rbc.ru/rostov/freenews/6a3b7fcd9a79477446e095cf (access date: 06/25/2026).
7. Wine Trails of Russia: The Map of Enotourism Revealed to Tourists // TURPROM. – 2025. – September 6. [Electronic resource]. Access mode: https://www.tourprom.ru/news/77435/ (access date: 06/25/2026).
8. Tourist Flow to Kuban Wineries Remains at Last Year's Level // RBC. – 2025. – November 28. [Electronic resource]. Available at: https://kuban.rbc.ru/krasnodar/freenews/69286d759a79470519e3e59e (access date: 06/25/2026).
9. Rostov Wineries Invest in Agritourism Amid Growing Tourist Flows // Vedomosti. SOUTH. – 2025. – October 31. [Electronic resource]. Available at: https://south.vedomosti.ru/south/news/2025/10/31/1151360-vinodelni (access date: 06/25/2026).
10. "The highlight is the wine industry." Putin and Razvozhaev discussed Sevastopol's development strategy // Rossiyskaya Gazeta. - 2025. - June 16. [Electronic resource]. Access mode: https://rg.ru/2025/06/16/reg-ufo/gorod-osobogo-statusa.html (access date: 06/25/2026).

Совершенствование механизмов гчп в Российской Федерации на основе зарубежного опыта в условиях турбулентности мировой экономики

Калмыков Петр Александрович
аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)

В статье представлен анализ международного опыта использования механизмов государственной поддержки проектов ГЧП для снижения рисков проекта ГЧП в условиях турбулентности мировой экономики. Проведен анализ применения механизмов государственной поддержки проектов ГЧП в отдельно взятых развитых и развивающихся странах. Сформированы предложения для Российской Федерации, обозначены направления мобилизации инвестиций частного сектора в Российской Федерации.

Ключевые слова: Государственно-частное партнерство (ГЧП), инфраструктурные инвестиции, инвестиционная привлекательность, тенденции развития государственно-частного партнерства, прямые иностранные инвестиции (ПИИ), механизмы ГЧП, государственная поддержка ГЧП.

Введение

В условиях нестабильности торговых связей, высокого уровня геополитической неопределенности, а также значительной нагрузки на бюджеты государств в период послепандемийного восстановления (после COVID-19), возникает всё большая потребность в совершенствовании и актуализации механизмов государственно-частного партнерства (ГЧП) в Российской Федерации: как для увеличения количества проектов ГЧП внутри Российской Федерации, так и для формирования новых трансграничных и межстрановых проектов ГЧП. Механизм ГЧП позволяет распределить риски между государством и частным партнером на различных этапах реализации проекта ГЧП [1], а создание трансграничных проектов ГЧП, следовательно и трансграничной инфраструктуры, способствует увеличению главных показателей экономической интеграции: объему товаров и услуг, взаимных инвестиционных потоков между странами и регионами, повышает движение рабочей силы [21]. Важность и актуальность использования и совершенствования механизмов ГЧП для реализации инфраструктурных проектов в условиях нестабильности торговых связей подчеркивается тем, что ряд зарубежных ученых однозначно высказывается о межстрановых и трансграничных проектах ГЧП как о части скоординированных цепочек поставок [9], одной из возможностей обеспечить инфраструктурную связанность региона, большее континентальное процветание [6]. ГЧП вызывает интерес не только у частных инвесторов: низкая волатильность доходности является одной из наиболее привлекательных особенностей инвестиций в инфраструктуру, а также в проекты ГЧП, в условиях турбулентности мировой экономики в 2020-2024 годах [14]. Также зарубежные исследователи, в том числе анализируя опыт Китая, делают вывод: участие государства в капитале помогает снизить управленческие издержки на частных предприятиях [7]. В связи с этим возникает необходимость изучения международного опыта в части реализации ГЧП проектов в условиях турбулентности мировой экономики, формирования ряда предложений по совершенствованию механизмов ГЧП в Российской Федерации.

Основная часть

Законодатели стран мира сталкиваются с огромными трудностями, связанными с необходимостью повышать сотрудничество в условиях геополитической напряженности, ужесточения денежно-кредитной политики, снижения частных инвестиций. МВФ и Всемирный банк отмечают, что «восстановление бюджетного пространства» [10] потребует стимулирования частных инвестиций и создания рабочих мест, что означает мобилизацию внутренних доходов через налоговые реформы и повышение эффективности государственных расходов. ГЧП может быть инструментом «восстановления бюджетного пространства», снижения расходов государства. Государственная поддержка проектов ГЧП различается по типу и масштабу в зависимости от стран, секторов экономики и типов проекта [19] что осложняет межстрановой анализ, однако, существуют и общие меры, такие как: прямое финансирование, поддержка от государства в получении земли и оборудования, условные обязательства, инструменты снижения рисков. Рассмотрим более подробно каждый из механизмов государственной поддержки проектов ГЧП, представленный в Таблице 1.

В 2025 году в Великобритании была объявлена новая стратегия развития инфраструктуры на 10 лет [12], а также ранее в 2024 году были представлены предложения по созданию новой формы ГЧП – партнерства по инвестированию в инфраструктуру (Infrastructure Investment Partnership, IIP) [8]. Великобритания испытывает огромный дефицит инфраструктуры, оцениваемый в 300 млрд фунтов стерлингов, но в течение последних десяти лет центральное правительство Великобритании в значительной степени не обращалось к ГЧП для привлечения частного финансирования. Новая система развития инфраструктуры Великобритании предполагает создание «новой культуры долгосрочного партнерства» [8], предоставление регионам большего контроля над своей инфраструктурой, разработку новой формы партнерства IIP. Правительство Великобритании принимает следующие меры для поощрения частных инвестиций: сотрудничество с пенсионными фондами; регулирование и поддержка частной стороны при инвестировании в инфраструктуру; обеспечение предложения инфраструктурных проектов путем развития

моделей финансирования инфраструктуры. Сотрудничество с пенсионными фондами включает в себя взаимодействие с «Пенсионной системой местных органов власти» (LGPS) для увеличения притока капитала на региональный и местный уровни государственного управления. Осуществляется поддержание страховщиков, взят курс на повышение стимулов страховщиков инвестировать в производственные активы. Дальнейшие направления работы правительства Великобритании направлены на регулирование экономического роста и инвестиций [13], изучение путей повышения капиталоэффективности инвестиций в инфраструктуру. В соответствии с UNECE [11] ГЧП являются движущей силой преобразований для мобилизации финансирования, повышения устойчивости, стимулирования инноваций и предоставления государственных услуг и инфраструктуры в соответствии с целями устойчивого развития (ЦУР). Развитие правовой среды ГЧП и формирование более зрелой правовой среды приведет к снижению издержек по имплементации новых механизмов и проектов ГЧП.

Таблица 1

Основные механизмы государственной поддержки проектов ГЧП

Механизм государственной поддержки проектов ГЧП	Описание элементов механизма государственной поддержки ГЧП	Примеры стран, реализующих механизм
Гранты и субсидии	Операционные субсидии; субсидии на оплату услуг (user-fee); помощь, ориентированная на результат (Output-Based Aid, OBA).	США, Китай, страны ЕС
Оплата за наличие товара, платежи за доступность	Периодические выплаты частному партнеру, независимо от уровня использования.	Страны ЕС
Капитальные вложения или финансирование для покрытия дефицита рентабельности (VGF)	Финансирование для покрытия дефицита средств (Viability Gap Funding, VGF); участие в акционерном капитал (миноритарная доля); вклады в виде земли, оборудования	Страны Ближнего Востока и Северной Африки (MENA), Индия
Фонды развития проектов (ФРП, Project development Funds) – полуавтономные или независимые	Гранты; возмещаемое финансирование; Вложение в акционерный капитал проекта.	Индия, Индонезия, ЮАР, Филиппины
Государственные инфраструктурные фонды (ГИФ, Public Infrastructure Funds)	Оптимизация государственной поддержки; управление фискальными обязательствами; устранение рыночных сбоев; недостатков государственного управления.	Индия, Аргентина, Индонезия, ЮАР, Мексика
Управление фискальными рисками и поддержка в непредвиденных обстоятельствах	Гарантии, гарантийные фонды; условные долговые инструменты; инструменты хеджирования, оценки фискальных рисков.	Страны ЕС, Индия

Источник: составлено автором по данным [19]

Российской Федерации целесообразно использовать опыт не только развитых стран Европы для выхода из кризисных ситуаций, что предлагает ряд отечественных ученых [4] но также опыт развивающихся стран. Фонды развития проектов (ФРП) и государственные инфраструктурные фонды (ГИФ) используются как развитыми, так и развивающимися странами в совокупности с прочими механизмами государственной поддержки проектов ГЧП. Рассмотрим в Таблице 2 примеры фондов развития проектов (ФРП) и государственных инфраструктурных фондов (ГИФ) в выбранных для анализа стран мира.

Таблица 2

Анализ использования фондов развития проектов (ФРП) и государственных инфраструктурных фондов (ГИФ) в странах мира

Анализируемая страна	Предпочтительная модель проекта ГЧП	ФРП и ГИФ стран
Канада	BOT	ГИФ: Canada Infrastructure Bank (CIB)
Мексика	BOT, BOO	ГИФ: FONADIN
Филиппины	BOT, BOO	ФРП: Project Development and Monitoring Fund (PDMF)
ЮАР	BOO	ФРП: Project Development Fund (PDF). ГИФ: Infrastructure Investment Program for South Africa (IIPSA).
Индия	BOT, BOO, BROT	ФРП: Infrastructure Project Development Fund (IIPDF). ГИФ: Infrastructure Investment Finance Company Limited (IIFCL).
Аргентина	BOO	ГИФ: Federal Fiduciary Fund for Regional Infrastructure (FFFIR).
Индонезия	BOT, BOO, BROT	ФРП: Project Development Facility (PDF). ГИФ: Indonesia Infrastructure Guarantee Fund (IIGF).

Источник: составлено автором

Создание фондов развития проектов ГЧП часто является частью программного комплекса реформ, направленных на стимулирование развития применения ГЧП [18]. К примеру, создание в 2006–2007 гг. правительством Индии фонда повышения жизнеспособности проектов ГЧП (VGF), фонда развития проектов (IIPDF) и государственного инфраструктурного фонда (IIFCL) привело к четырехкратному увеличению объема частных инвестиций в ГЧП в период с 2006 по 2012 год по данным Всемирного банка [16]. Создание фондов развития ГЧП и государственных инфраструктурных фондов реализуется наряду с прочими механизмами государственной поддержки ГЧП. Например, в Мексике Национальный инфраструктурный фонд (FONADIN) реализовал программу безвозвратных грантов в качестве оказания финансовой поддержки проектам ГЧП, а также оказывал помощь в подготовке проектов ГЧП. В Российской Федерации аналогичного фонда развития проектов (ФРП) или государственного инфраструктурного фонда (ГИФ) не создано, однако, частично их функции распределены между ФНБ, РФПИ, ВЭБ.РФ, ДОМ.РФ, ФРТ. Таким образом, для совершенствования механизмов ГЧП в Российской Федерации важным является следующий вывод: фонды развития ГЧП и государственные инфраструктурные фонды являются частью более широкой программы по совершенствованию ГЧП, включающей также: поддержку жизнеспособности проектов ГЧП (VGF); создание или предоставление финансовых инструментов, которые недоступные на региональных финансовых рынках; прочие меры финансовой и кредитной поддержки (гранты и субсидии).

Мобилизация инвестиций частного сектора всегда являлась основой успешного проекта ГЧП. Мобилизация инвестиций частного сектора осуществляется с применением различных инструментов, в том числе: инфраструктурные фонды и компании специального назначения (SPV, SPE), которые позволяют структурировать частный капитал, особенно на развивающихся рынках. В условиях турбулентности мировой экономики РФ необходимо прорабатывать новые направления мобилизации инвестиций как частного сектора внутри страны, ПИИ из дружественных стран. Мобилизация дополнительных инвестиций в проекты ГЧП Российской Федерации, участие в межстрановых проектах ГЧП возможно с применением исламских финансов, климатического финансирования («зелёные» облигации), выпуском ГЧП-облигаций в валюте стран БРИКС для дедолларизации экономического сотрудничества стран БРИКС. Исламское финансирование инфраструктурных проектов ГЧП – одно из перспективных направлений привлечения ПИИ в РФ. Исламские банки, представленные более чем в 50 странах мира, их активы превышают 1 трлн долларов [17]. Также следует обратить внимание на исламские пенсионные фонды, а именно: Государственный пенсионный фонд Малайзии, Индонезии и ОАЭ. Данные фонды – крупнейшие среди исламских пенсионных фондов, доля их активов вне стран с мусульманским большинством составляет примерно 4 трлн долларов США [17]. Отечественные исследователи И.З. Ярыгина, А.В. Шелепова, отмечают, что развитие ГЧП может выступать как фактор дедолларизации экономического сотрудничества стран БРИКС [5]. Исходя из этого для РФ особое значение приобретает разработка механизмов финансирования проектов ГЧП в местной валюте, в том числе в качестве инструментов хеджирования. Инфраструктурные облигации применяются как в развитых, так и в развивающихся странах, например: США, Китай, Австралия, Чили, Бразилия, Индия [3]. В РФ инфраструктурные облигации включены в сектор устойчивого развития Московской Биржи, при этом лишь небольшое число инфраструктурных проектов предусматривает привлечение долгосрочного заемного финансирования [22]. Анализ рынка инфраструктурных облигаций, включенных в сектор устойчивого развития Московской Биржи, показывает, что рынок инфраструктурных облигаций, характеризующийся разнообразием инвесторов и эмитентов, в Российской Федерации на текущий момент не сформирован [3]. Развитие инфраструктурных облигаций, ГЧП-облигаций и фондового рынка Российской Федерации для обеспечения большей доли инфраструктурных активов (проектов), включенных в листинг, отвечает также росту заинтересованности частных инвесторов в инфраструктурных активах (проектах), включенных в листинг (listed infrastructure) [14]. Управление фискальными рисками и поддержка в непредвиденных обстоятельствах включает, как было отмечено ранее: гарантии и гарантийные фонды; условные долговые инструменты; инструменты хеджирования; инструменты оценки фискальных рисков. Гарантийный фонд является фондом с высоколиквидными активами, так как направлен на покрытие рисков при реализации условных обязательств по проекту ГЧП. Однако, проблемой гарантийного фонда является необходимость соотношения между консервативным управлением и стоимостью активов в фонде. Стоит также отметить, что страны, имеющие систему сдержек и противовесов при выдаче гарантий и других форм косвенной поддержки проектов

ГЧП, способны привлекать более высокие уровни инвестиций в рамках проектов ГЧП [2].

Невозможно отрицать влияние пандемии COVID-19 на управление финансовыми рисками и механизмами проектов ГЧП [15], пандемия COVID-19 выявила ряд проблем в реализации проектов ГЧП в странах мира, а именно: управление налоговыми рисками, учет финансовых обязательств и условных пассивов проекта ГЧП, игнорирование оценки финансовой устойчивости проектов ГЧП, недостаточность понимания долгосрочных финансовых последствияй заключения соглашения о ГЧП. Пандемия COVID-19 является показательным примером как именно макроэкономическая нестабильность и турбулентность мировой экономики может влиять на проекты ГЧП. На Рисунке 1 отражены каналы влияния макроэкономической нестабильности и турбулентности мировой экономики, выраженные пандемией COVID-19, на действующие проекты ГЧП.

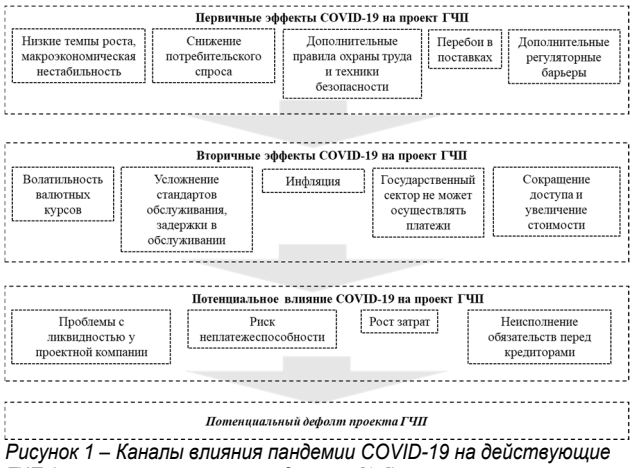


Рисунок 1 – Каналы влияния пандемии COVID-19 на действующие ГЧП (составлено автором по данным [15])

Пандемия COVID-19 повлияла по-разному на каждый проект ГЧП в зависимости от сектора экономики, фаза проектного цикла и структуры контракта [15]. Например, проекты ГЧП в транспортном и энергетическом секторах столкнулись со значительными потерями доходов, в то время как проекты ГЧП в области здравоохранения пострадали от роста расходов на обеспечение лечения, специфичного для COVID-19. Сравнительный анализ стран, представленных в отчетах Всемирного банка [15] относительно ответных меры на пандемию COVID-19, приведен в Таблице 3. Также в Таблице 3 обозначены основные направления ответных мер выбранных стран (п.1 - п.6).

Согласно Таблице 3, несмотря на наличие в большинстве анализируемых стран институциональной среды в виде действующего подразделения ГЧП, министерства финансов, сформированной нормативно-правовой и законодательной базы по ГЧП, использование фондов развития проектов (ФРП) или государственных инфраструктурных фондов (ГИФ) не является распространенной практикой. В странах с более развитой нормативно-правовой и законодательной базой по ГЧП, наличием ФРП или ГИФ, наблюдается большее количество активных проектов ГЧП. Обозначим основные меры реагирования на кризисные ситуации (на примере COVID-19) в части проектов ГЧП в указанных странах. В Чили был создан Временный чрезвычайный фонд для борьбы с COVID-19 (Transitional Emergency Fund for COVID-19), который должен был помочь концессионерам, испытавшим снижение годового дохода на 54% в 2020 году в связи с низкий спрос на перевозки и снижением уровня тарифов. В Перу более 50 проектов ГЧП были объявлены представляющими национальный интерес и получили приоритет с точки зрения бюджетных мер. Министерство финансов Перу создало канал компенсаций потерь для частной стороны проектов ГЧП, которые пострадали от ограничительных мер правительства. Филиппины проводят различные реформы в финансовом секторе с 2009 года, а в 2020 году Филиппины приняли участие в программе Всемирного банка по борьбе с COVID-19, что позволило продолжить строительство проектов ГЧП во время пандемии COVID-19. Положительный эффект от данных мероприятий представлен виде увеличения количество активных проектов за период за 2020–2023 гг. в Таблице 3 (наибольшее значение среди выбранных для анализа стран). В Турции были предприняты меры для снижения негативных последствий двух кризисов: пандемии COVID-19 и девальвации турецкой лиры: изменение политики в части реализации проектов ГЧП, поддержку проектов ГЧП в связи с их убытками, меры по управлению FCCL. Несмотря на пандемию COVID-19 в Турции продолжалась разработка общего рамочного закона о ГЧП. Пандемия COVID-19 ускорила создание медицинской инфраструктуры в Турции в рамках проектов ГЧП, аэропорты получили отсрочки контрактных платежей, периодичность индексации цен в контрактах была изменена с ежегодной на полугодовую, минимальные гарантийные платежи также изменили периодичность с ежегодной на полугодовую основу для увеличения ликвидности в проектах ГЧП. На основе анализа выше, можно сделать вывод о решающей роли стратегических механизмов финансовой поддержки для сохранения финансовой устойчивости.

Таблица 3

Сравнительный анализ использования ФРП, ГИФ, институциональной подготовки и ответных мер анализируемых стран во время пандемии COVID-19

Показатель	Чили	Перу	Филиппины	ЮАР	Пакистан	Турция	Иордания
Действующее подразделение ГЧП	да	да	да	да	да	нет	да
Министерство финансов	да	да	да	да	да	да	да
Совет по ГЧП	да	да	да	нет	да	да	да
ФРП	нет	нет	да	да	да	нет	нет
ГИФ	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Гарантийный фонд	нет	нет	да	нет	да	нет	нет
Количество активных проектов ГЧП за 1999–2020 гг., шт.	120	156	123	110	96	259	45
Кол-во проектов за период за 2020–2023 гг., шт.	15	18	32	17	3	9	1
Ответные меры (п.1 - п.6)							
Пересмотр существующей политики ГЧП (п.1)	нет	да	да	нет	да	да	нет
Внесение изменений и пересмотр законов (п.2)	нет	нет	да	нет	нет	да	да
Изменения в институциональных условиях, роли Министерства финансов (п.3)	нет	нет	да	нет	нет	да	нет
Сосредоточение политики на рисках и их смягчении (п.4)	да	нет	нет	нет	да	нет	да
Анализ процесса реализации проектов ГЧП (п.5)	нет	нет	да	да	нет	да	нет
Внесение изменений в контракты ГЧП (п.6)	да	да	нет	да	нет	да	нет

Источник: составлено автором по данным Всемирного банка [15], [20]

Заключение

Таким образом, на основе анализа зарубежного опыта применения механизмов снижения реализации рисков в проектах ГЧП в условиях турбулентности мировой экономики, возможным становится сделать ряд выводов. Во-первых, мобилизация инвестиций частного сектора – одна из основных задач государства в условиях турбулентности мировой экономики. ГЧП является проверенным инструментом привлечения инвестиций частного сектора, распределения рисков между государством и частным партнером в рамках проекта ГЧП. Инструменты мобилизации инвестиций частного сектора в рамках проектов ГЧП должны отвечать геополитическим вызовам современности. Перспективное направление получения источников финансирования для проектов ГЧП: использовании исламских финансов, исламских банков и государственных пенсионных фондов. Во-вторых, необходима дальнейшая проработка возможности реализации в Российской Федерации государственных инфраструктурных фондов и фондов развития проектов ГЧП. Реализация государством данных фондов должна иметь комплексный подход, заключающийся в развитии инструментов финансирования проектов ГЧП, таких

как: ГЧП-облигации, гранты и субсидии. Развитие ГЧП-облигаций позволит ускорить мобилизацию инвестиций частного сектора в условиях турбулентности мировой экономики. В-третьих, в период турбулентности мировой экономики большинство проектов ГЧП требуют значительного участия государства, что показали пандемия COVID-19 и послепандемийный период. Эффективное использование механизмов государственной поддержки проектов ГЧП и зарубежного опыта позволит Российской Федерации снизить риски для иностранных и отечественных инвесторов, мобилизовать источники финансирования, обеспечить как стратегические цели устойчивого развития, так и повысить доходности в рамках отдельных проектов ГЧП.

Литература

1. Калмыков П. А. Реализация ГЧП в странах Латинской Америки / П. А. Калмыков // Финансовая экономика. - 2023. - № 8. - С. 41-47. - EDN GNGAXW.
2. Калмыков П. А. Способы повышения инвестиционной привлекательности ГЧП в условиях макроэкономической нестабильности / П. А. Калмыков // Академическая наука. - 2025. - № 2. - С. 51-55. - DOI 10.24412/3034-4042-2025-2-51-55. - EDN OEEGWL.
3. Калмыков, П. А. Международный опыт использования инфраструктурных облигаций для проектов ГЧП / П. А. Калмыков // Вызовы современности и стратегии развития общества в условиях новой реальности : сборник материалов XXIII Международной научно-практической конференции, Москва, 19 января 2024 года. - Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2024. - С. 452-456. - DOI 10.34755/IROK.2024.74.12.027. - EDN UVCBWL.
4. Косой В. В., Оконишников А. А. Государственный инфраструктурный фонд развития железных дорог // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2016. №6 (67). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennyy-infrastrukturnyy-fond-razvitiya-zheleznyh-dorog (дата обращения: 22.06.2026).
5. Ярыгина И.З., Шелепов А.В.; под ред. С.М. Гавриловой, Д.О. Растегаева, К.К. Суховерхова. Частно-государственное партнерство как фактор дедолларизации экономического сотрудничества стран БРИКС: доклад № 95 / 2024; Российский совет по международным делам (РСМД). - М.: НП РСМД, 2024. - 52 с. - ISBN 978-5-6051642-4-1
6. Blank S. et al. Freight Transportation Infrastructure Policies in Canada, Mexico and the U.S.: An Overview and Analysis 12, 13. N. American Transp. Research Competitiveness Council, Working Paper. 2008. No. 5.
7. Chen Chen, Access to finance: How does state share participation reduce management costs in private firms?, International Review of Economics & Finance, Volume 104, 2025, 104699, ISSN 1059-0560, — URL: https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104699. (дата обращения: 15.06.26)
8. The Future Governance Forum (FGF) A new funding model for UK infrastructure, Rebuilding the Nation 03: Infrastructure Investment Partnerships, September 11, 2024 — URL: https://www.futuregovernanceforum.co.uk/news/a-new-funding-model-for-uk-infrastructure/ (дата обращения: 15.06.26)
9. Lick D., Hamlin R. Public-Private Partnerships for Promotion of Cross-Border Trade and Transportation // Canada-United States Law Journal. 2012. Vol. 37. No. 1. Article 8.
10. IMF (International Monetary Fund). 2026a. World Economic Outlook: Global Economy in the Shadow of War. April. Washington, DC: International Monetary Fund.
11. United Nations Economic Commission for Europe. Mobilizing partnerships for resilient infrastructure in the focus of upcoming 10th UNECE International PPP Forum [Электронный ресурс] — URL: https://unece.org/economic-cooperation-and-integration/press/mobilizing-partnerships-resilient-infrastructure-focus (дата обращения 15.06.2026)
12. UK Government. UK Infrastructure: A 10 Year Strategy [Электронный ресурс] — URL: https://www.gov.uk/government/publications/uk-infrastructure-a-10-year-strategy (дата обращения: 15.06.26)
13. HM Treasury. Regulation Action Plan - Progress Update and Next Steps, October 2025 [Электронный ресурс] — URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68f8a143190c6607448bb71f/Regulation_Action_Plan_-_Progress_Update_and_Next_Steps_.pdf (дата обращения: 15.06.26)
14. The World Bank. «Financial performance of infrastructure investment based on EDHECInfra, GEMs, FTW GLIO, Moody's, MSCI, and S&P data», 2024 [Электронный ресурс] — URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099042225153514679/pdf/P506950-d2ed4100-85a3-457d-9d5a-2a34cd515a7f.pdf (дата обращения: 15.06.26)
15. The World Bank. Managing the Fiscal Implications of Public-Private Partnerships in a Sustainable and Resilient Manner: A Compendium of Good Practices and Lessons Learned from the COVID-19 Pandemic, 2023 [Электронный ресурс] — URL: https://ppp.worldbank.org/library/managing-fiscal-implications-public-private-partnerships-sustainable-and-resilient-manner-compendium-good-practices-and-lessons-learned-covid-19-pandemic (дата обращения: 14.05.26).
16. The World Bank. Project Development Funds (PDFs). Supporting projects preparation to structure successful public-private partnership (PPPs) — URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099053124132550754/pdf/P179271-a64e304b-e2ef-480c-92d8-d6c646824c90.pdf (дата обращения 15.06.2026)
17. The World Bank. Reference guide Islamic finance for infrastructure PPP projects, 2019 — URL: https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2022-02/REFERENCE_GUIDE_ISLAMIC_FINANCE_FOR_INFRASTRUCTURE_PPP_PROJECTS.pdf (дата обращения 15.06.2026)
18. The World Bank. PPIAF. IDB. Global Review of Public Infrastructure Funds, Volume II, Case Studies, 2019 — URL: https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2022-06/PIF_Global_Review-Vol_II_Interactive-IADB.pdf (дата обращения 15.06.2026)
19. The World Bank Institute. The World Bank Public-Private Partnership Legal Resource Center [Электронный ресурс] — URL: https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership (дата обращения 01.06.2026)
20. World Bank's Public Private Partnership Group. Private Infrastructure Projects Database [Электронный ресурс] — URL: https://ppi.worldbank.org/en/ppi (дата обращения 01.09.2024)
21. Евразийский банк развития (ЕАБР). Обзоры и аналитика по ГЧП [Электронный ресурс] - URL: https://eabr.org/public-private-partnership/ (дата обращения 15.06.2026)
22. ПАО «Московская Биржа». Сектор устойчивого развития [Электронный ресурс] — URL: https://www.moex.com/s3019 (дата обращения 15.06.2026)

Improving ppp mechanisms in the Russian Federation based on foreign experience in the context of global economic turbulence

Kalmykov P.A.
Saint Petersburg State University of Economics (SPbSUE)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents an analysis of international experience in using state support mechanisms for PPP projects to reduce the risks of a PPP project in the context of global economic turbulence. The analysis of the application of state support mechanisms for PPP projects in individual developed and developing countries is carried out. Proposals have been formulated for the Russian Federation, and directions for mobilizing private sector investment in the Russian Federation have been outlined.

Keywords: Public-private partnership (PPP), infrastructure investments, investment attractiveness, trends in the development of public-private partnership, foreign direct investment (FDI), PPP mechanisms, government support for PPP.

References

1. Kalmykov P. A. Implementation of PPP in Latin American Countries / P. A. Kalmykov // Financial Economics. - 2023. - No. 8. - pp. 41-47. - EDN GNGAXW.
2. Kalmykov P. A. Ways to Increase the Investment Attractiveness of PPP in Conditions of Macroeconomic Instability / P. A. Kalmykov // Academic Science. - 2025. - No. 2. - pp. 51-55. - DOI 10.24412/3034-4042-2025-2-51-55. - EDN OEEGWL.
3. Kalmykov, P. A. International experience of using infrastructure bonds for PPP projects / P. A. Kalmykov // Challenges of modernity and strategies for the development of society in the context of the new reality: collection of materials of the XXIII International scientific and practical conference, Moscow, January 19, 2024. - Moscow: Limited Liability Company "ALEF Publishing House", 2024. - Pp. 452-456. - DOI 10.34755/IROK.2024.74.12.027. - EDN UVCBWL.
4. Kosoy V. V., Okonishnikov A. A. State Infrastructure Fund for Railway Development // Transport of the Russian Federation. Journal of Science, Practice, Economics. 2016. No. 6 (67). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennyy-infrastrukturnyy-fond-razvitiya-zheleznyh-dorog (date of access: 22.06.2026).
5. Yarygina I.Z., Shelepov A.V.; edited by S.M. Gavrilova, D.O. Rastegaev, K.K. Sukhoverkhov. Public-private partnership as a factor in the de-dollarization of economic cooperation among the BRICS countries: report No. 95/2024; Russian International Affairs Council (RIAC). - Moscow: NP RIAC, 2024. - 52 p. - ISBN 978-5-6051642-4-1
6. Blank S. et al. Freight Transportation Infrastructure Policies in Canada, Mexico and the U.S.: An Overview and Analysis 12, 13. N. American Transp. Research Competitiveness Council, Working Paper. 2008. No. 5.
7. Chen Chen, Access to finance: How does state share participation reduce management costs in private firms?, International Review of Economics & Finance, Volume 104, 2025, 104699, ISSN 1059-0560, - URL: https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104699. (Accessed: 15.06.26)
8. The Future Governance Forum (FGF) "A new funding model for UK infrastructure," Rebuilding the Nation 03: Infrastructure Investment Partnerships, September 11, 2024 — URL: https://www.futuregovernanceforum.co.uk/news/a-new-funding-model-for-uk-infrastructure/ (Accessed: 15.06.26)

9. Lick D., Hamlin R. Public-Private Partnerships for Promotion of Cross-Border Trade and Transportation // Canada-United States Law Journal. 2012. Vol. 37.No. 1. Article 8.
10. IMF (International Monetary Fund). 2026a. World Economic Out-look: Global Economy in the Shadow of War. April. Washington, DC: International Monetary Fund.
11. United Nations Economic Commission for Europe. Mobilizing partnerships for resilient infrastructure in the focus of the upcoming 10th UNECE International PPP Forum [Electronic resource] - URL: https://unece.org/economic-cooperation-and-integration/press/mobilizing-partnerships-resilient-infrastructure-focus (accessed 06/15/2026)
12. UK Government. UK Infrastructure: A 10-Year Strategy [Electronic resource] — URL: https://www.gov.uk/government/publications/uk-infrastructure-a-10-year-strategy (date of access: 15.06.26)
13. HM Treasury. Regulation Action Plan - Progress Update and Next Steps, October 2025 [Electronic resource] — URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/68f8a143190c6607448bb71f/Regulation_Action_Plan_-_Progress_Update_and_Next_Steps_.pdf (date of access: 15.06.26)
14. The World Bank. "Financial performance of infrastructure investment based on EDHECInfra, GEMs, FTW GLIO, Moody's, MSCI, and S&P data," 2024 [Electronic resource] — URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099042225153514679/pdf/P506950-d2ed4100-85a3-457d-9d5a-2a34cd515a7f.pdf (date accessed: 15.06.26)
15. The World Bank. Managing the Fiscal Implications of Public-Private Partnerships in a Sustainable and Resilient Manner: A Compendium of Good Practices and Lessons Learned from the COVID-19 Pandemic, 2023 [Electronic resource] - URL: https://ppp.worldbank.org/library/managing-fiscal-implications-public-private-partnerships-sustainable-and-resilient-manner-compendium-good-practices-and-lessons-learned-covid-19-pandemic (accessed 5/14/26).
16. The World Bank. Project Development Funds (PDFs). Supporting projects preparation to structure successful public-private partnership (PPPs) - URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099053124132550754/pdf/P179271-a64e304b-e2ef-480c-92d8-d6c646824c90.pdf (access date 06/15/2026)
17. The World Bank. Reference guide Islamic finance for infrastructure PPP projects, 2019 - URL: https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2022-02/REFERENCE_GUIDE_ISLAMIC_FINANCE_FOR_INFRASTRUCTURE_PPP_PROJECTS.pdf (accessed 06/15/2026)
18. The World Bank. PPIAF. IDB. Global Review of Public Infrastruc-ture Funds, Volume II, Case Studies, 2019 — URL: https://ppp.worldbank.org/sites/default/files/2022-06/PIF_Global_Review-Vol_II_Interactive-IADB.pdf (accessed on June 15, 2026)
19. The World Bank Institute. The World Bank Public-Private Partnership Legal Resource Center [Electronic resource] — URL: https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership (accessed on June 1, 2026)
20. World Bank's Public Private Partnership Group. Private Infra-structure Projects Database [Electronic resource] — URL: https://ppi.worldbank.org/en/ppi (accessed on September 1, 2024)
21. Eurasian Development Bank (EDB). PPP Reviews and Analysis [Electronic resource] - URL: https://eabr.org/public-private-partnership/ (date of access 06/15/2026)
22. Moscow Exchange PJSC. Sustainable Development Sector [Electronic resource] - URL: https://www.moex.com/s3019 (date of access 06/15/2026)

Развитие теоретических подходов понимания ГЧП: анализ отечественной и зарубежной литературы

Калмыков Петр Александрович
аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)

В статье представлен авторский анализ публикационной активности в отечественной и зарубежной литературе по теме «государственно-частное партнерство» (ГЧП) с использованием частотного анализа ключевых слов и кластерного анализа. На основе анализа отечественной и зарубежной литературы о ГЧП выявлены основные направления и пробелы в текущих исследований о ГЧП, обозначены направления будущих исследований. Проведен анализ эволюции развития теоретических подходов понимания ГЧП, применимости различных экономических теорий и концепций к теме ГЧП, в том числе в части межстрановых и трансграничных проектов ГЧП.
Ключевые слова: Государственно-частное партнерство (ГЧП), эволюция ГЧП, теория ГЧП, инфраструктурные инвестиции, тенденции развития государственно-частного партнерства, прямые иностранные инвестиции (ПИИ).

Введение

Государственно-частное партнерство (ГЧП), как механизм взаимодействия государства и частного партнера, в различные исторические периоды менял названия, формы и характер взаимоотношений государства и частной стороны. В научных трудах зарубежных и отечественных ученых, а также в аналитических публикациях различных международных и региональных организаций, под государственно-частным партнерством подразумевается большое количество различных типов долгосрочных контрактов, которые могут значительно отличаться распределением рисков и обязанностей между государством и частной стороной, сроками контрактов, а также нормативно-правовым регулированием, особенностями странового регулирования. Широкий спектр авторских определений термина «государственно-частное партнерство» приводит к отсутствию «понятийной ясности и терминологического единства» [5], что особенно заметно при изучении трансграничных и межстрановых проектов ГЧП. Несмотря на периоды турбулентности в мировой экономике, интерес к государственно-частному партнерству как со стороны государства, так и со стороны частного партнера увеличивается [1], что обуславливает актуальность исследований не только практических, но и теоретических аспектов ГЧП, особенно в мировой экономике. Необходимым является анализ развития теоретических подходов понимания ГЧП, исследование и систематизация отечественной и зарубежной литературы, связанной с проблемами ГЧП для выявления потенциальных пробелов в исследованиях и определения направлений будущих исследований.

Основная часть

Анализ зарубежной и отечественной литературы, связанной с вопросами ГЧП, позволяет классифицировать большое количество научных трудов в следующие категории, приставленные на Рисунке 1: литература об историческом развитии ГЧП в различных странах мира и РФ; научная литература о проблемах нормативно-правового регулирования проектов ГЧП, государственного управления механизмами ГЧП в различных странах; литература о финансовых аспектах проектов ГЧП, их финансовом положении, об инвестициях в проекты ГЧП.

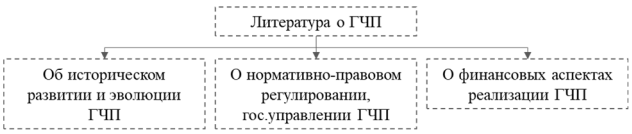


Рисунок 1 – Общая классификация проанализированной литературы о ГЧП (составлено автором)

Анализа отечественной и зарубежной научной литературы относительно теоретических подходов к изучению ГЧП представлен на Рисунке 2.

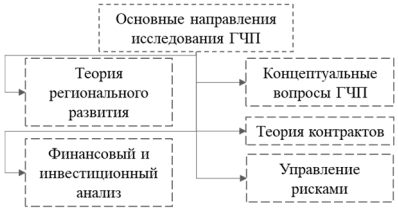


Рисунок 2 – Основные направления исследования ГЧП в проанализированной литературе (составлено автором)

Представленные на Рисунке 2 основные направления исследования ГЧП могут быть дополнены при определении пробелов в текущих исследованиях о ГЧП и оценке применимости различных экономических теорий и концепций к теме ГЧП. Значительная доля научных публикаций по тематике ГЧП литературы рассматривает ГЧП в рамках контрактной теории: вопросы и проблемы симметрии и асимметрии информации, совершенной конкуренции, полноты контрактов, рынка и транзакционных издержек. Специфика правового регулирования проектов ГЧП в зависимости от стран, в которых расположена инфраструктура проекта ГЧП, а также особенности каждого отдельного проекта ГЧП, предполагают ис-

пользование другого подход к анализу ГЧП – теории регионального развития, в результате объектами исследования становятся страна в целом, а также её отдельные территории. Механизмы ГЧП и проекты ГЧП в таком случае становятся инструментами регионального экономического роста, основанного на реализации территориальной стратегии [6], [8]. Управление рисками при реализации проектов ГЧП подробно изучается эмпирическими методам в зарубежной литературе, при этом в отечественной литературе наблюдается недостаток данных исследований и их описательный характер. Финансовый и инвестиционный анализ ГЧП и проектов ГЧП включает определяет формы и источники финансирования проектов ГЧП, методологические подход к оценке инвестиций в проектах ГЧП. В зарубежной литературе значительная часть исследований посвящена улучшению механизмов определения и измерения эффективности проектов ГЧП, тогда как в отечественной литературе преобладают исследования механизмов ГЧП в целом. Изучение концептуальных вопросов ГЧП связано с генезисом ГЧП, развитием механизмов ГЧП, их текущим состоянием, степенью использования и будущим ГЧП. Многие аспекты, связанные с анализом эволюции развития ГЧП остаются спорными или в значительной степени различаются в зависимости от страны, научной школы или автора: периодизация этапов развития ГЧП, определение понятия «государственно-частное партнерство».

Автором исследования был проведен частотный анализ ключевых слов, связанных с научными публикациями по теме ГЧП в отечественных журналах, представленных в научной электронной библиотеке «Elibrary» [18] и включенных в РИНЦ, а также ряд зарубежных электронных библиотек. Частотный анализ слов может обеспечить большую количественную значимость слов, которые чаще встречаются в источнике [17]. Кластерный анализ также используется для классификации конкретных статей, чтобы отразить основные особенности распределения тематики научных публикаций по ГЧП. Распределение количества публикаций РИНЦ, связанных с ГЧП, по ключевым словам представлено на Рисунке 3.

Рисунок 3 – Распределение количества публикаций РИНЦ по ключевым словам (составлено автором на основе данных по данным [18])

Исходя из Рисунка 3, основные темы исследований ГЧП, формирующие первый выявленный автором исследования кластер, следующие: механизмы, формы, модели ГЧП. Второй кластер научных работ рассматривает риски, инструменты ГЧП, эффективность и развитие ГЧП. К третьей группе (кластеру) тем по количеству публикаций относятся: проблемы и принципы ГЧП, квази-ГЧП, уровень развития ГЧП. Прочие ключевые слова включают в себя ключевые слова, которые в большей степени коррелируют с названными выше группами основных тем.

В рамках анализа публикаций, включенных в РИНЦ, было изучено распределение 981 публикации РИНЦ по ключевому слову «ГЧП» по основным темам исследований представлено на Рисунке 4.

Рисунок 4 – Распределение количества публикаций РИНЦ по ключевому слову «ГЧП» по основным темам исследований (составлено автором по данным [18])

Исходя из Рисунка 4, основные темы исследований ГЧП в РФ относятся к вопросам экономических и юридических наук. Прочая тематика публикаций по ГЧП в РФ подчеркивает разнообразие как возможных, так и существующих ГЧП проектов в отраслях: строительство, транспорт, педагогика, медицина и здравоохранение. Также важным аспектом анализа отечественной литературы по тематике ГЧП является динамика распределения количества публикаций по годам публикации. Данное распределение представлено на Рисунке 5.

Рисунок 5 – Распределение количества публикаций РИНЦ по ключевому слову «ГЧП» по годам публикации (составлено автором по данным [18])

Исходя из Рисунка 5, наблюдается рост публикационной активности: за период 2020–2026 гг. : 547 публикаций, за период 2013–2019 гг. – 364 публикации, за период 2005–2012 гг. – 70 научных трудов с общим количеством цитирований равным 1179. Рост количества научных публикаций, связанных с ГЧП, коррелирует с данными об общем росте количества научных трудов в развивающихся странах [16].

Таким образом, на основе проведенного автором анализа публикационной активности в РФ по теме «ГЧП» можно сделать ряд выводов. Во-первых, обозначенный автором исследования рост интереса к теме ГЧП в последние годы подтверждается анализом публикационной активности – наблюдается ежегодный рост количества публикаций о ГЧП. Во-вторых, увеличение публикационной активности в Российской Федерации по теме «государственно-частное партнерство» соответствует растущему интересу к механизму ГЧП как со стороны государства, так и со стороны частной стороны, в развивающихся странах. В-третьих, тематика исследований ГЧП в отечественной научной литературе соответствует зарубежной, интерес научного сообщества сосредоточен на следующих темах: «механизмы ГЧП», «формы ГЧП», «модели ГЧП», «риски ГЧП», «развитие ГЧП», «инструменты ГЧП», «эффективность ГЧП».

Для полноты изучения эволюции развития теоретических подходов понимания ГЧП, необходимо, кроме анализа отечественной литературы, провести анализ зарубежной литературы, в том числе ранее проведенных исследований в области публикационной активности научных трудов о ГЧП. Авторский анализ публикационной активность в зарубежной литературе осуществлялся с использованием ресурсов EmeraldInsight [19], ResearchGate [20] и ScienceDirect [21].

Наиболее значимые исследования научных публикаций о ГЧП, которые помогают обобщить историю ГЧП и выявить основные тенденции исследований ГЧП в зарубежной литературе представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Результаты основных исследований зарубежных научных публикаций о ГЧП

Авторы	Количество проанализированных работ	Период анализа	Результаты исследования – наиболее популярные темы и категории по публикациям ГЧП
Ke, Y., Wang, S., Chan, A.P.C., Cheung (2009) [14]	170 научных публикаций	1998–2008 гг.	Риски, закупки, финансирование, инвестиционная среда, закупки, экономическая жизнеспособность, финансовое обеспечение, управление рисками, вопросы государственного управления, интеграционные исследования
Neto, D.S., Cruz, C.O., Rodrigues, F. and Silva, P. (2016) [15]	575 статей из сервиса индексации цитирования Web of Science	1990–2014 гг.	Выполнение контрактов, качественные затраты и выгоды, разработка контрактов и распределение рисков, политические и институциональные вопросы; соотношение цены и качества.
Chen, Z., Daito, N., Gifford, J.L. (2016) [11]	95 исследований, изучающих данные о ГЧП (теоретические и эмпирические научные работы)	2002–2015 гг.	Эффективность, контракт, риск, соотношение цены и качества, институциональные факторы.
Emmanuel Chidiebere Eze, Ernest Ameyaw Effah (2025) [12]	490 публикаций из базы данных Scopus	1998–2023 гг.	Развитие и эффективность ГЧП; риски и управление рисками; вопросы управления; финансовые вопросы проектов ГЧП; исследования о государственном управлении, и ГЧП.

Источник: составлено автором

Распределение зарубежных публикаций по годам публикации представлено на Рисунке 6.

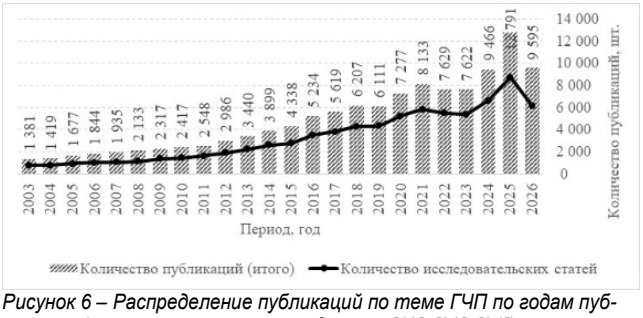


Рисунок 6 – Распределение публикаций по теме ГЧП по годам публикации (составлено автором по данным [19], [20], [21])

Исходя из Рисунка 6 наблюдается средний ежегодный рост количества публикаций по теме ГЧП равный 11% за период с 2004–2025 гг. Положительная динамика наблюдается на протяжении всего анализируемого периода, значительный рост с публикаций наблюдается с 2012 года – 17% в 2012 году относительно 2011 года, следующие 4 года средний темп роста – 15%, что в значительной степени связано с инициативой «Один пояс, один путь» (ОПОП), которая была предложена в 2013 году и подразумевает создание значительных инфраструктурных проектов и торговых связей в более чем 150 странах мира. Следующая волна публикационной активности наблюдается в 2020 году – 19% относительно 2019 года, что связано в значительной степени с влиянием пандемии COVID-19 на инфраструктурные проекты по всему миру. В 2024 и 2025 году наблюдается рост количества научных публикаций, связанных с ГЧП в 24% и 35% соответственно, что может быть связано с интересом к последствиям влияния пандемии COVID-19 на инфраструктурные проекты ГЧП, а также с возможностями использования ГЧП в условиях макроэкономической и геополитической нестабильности.

Распределение научных публикаций из базы Emerald Insight по странам представлено на Рисунке 7.

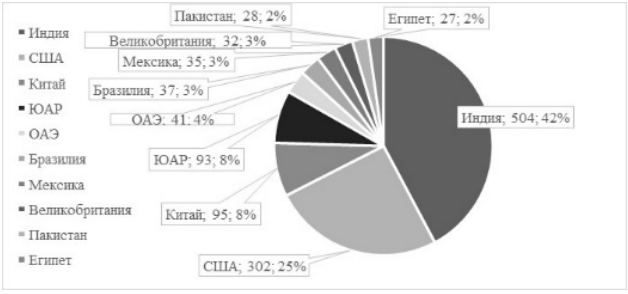


Рисунок 7 – Распределение зарубежных публикаций по тематике ГЧП по странам (составлено автором по данным [19])

Исходя из Рисунка 7, по количеству публикаций по теме ГЧП преобладают развивающиеся страны, что соответствует исследованиям публикационной активности по теме ГЧП [12], [10]. Наибольшая доля статей по теме ГЧП приходится на Индию (42%), при этом наиболее часто цитируемые источники представлены научными публикациями из Китая и ЮАР. Среди развитых стран лидерами по публикациям в области ГЧП является США и Великобритания.

Рисунок 8 – Распределение зарубежных публикаций о ГЧП по темам исследований (составлено автором по данным [19], [20], [21])

Направленность исследований зарубежных авторов по теме ГЧП соответствует отечественным, однако, наблюдается большее разнообразие в таксономии направлений исследований: указанные ранее направления рассматриваются с большей степенью детализации по регионам мира, странам и отраслям. Распределение зарубежных публикаций о ГЧП по темам исследований представлено на Рисунке 8.

Исходя из Рисунка 8, вопросы ГЧП рассматриваются в зарубежных научных трудах более равномерно относительно тематик. Данное распределение по тематикам подтверждается прочими библиометрическими исследованиями: 40,61% исследований по теме ГЧП в развивающихся странах охватывают несколько секторов экономики [10]. Зарубежные исследования выделяют следующие направления для проработки по теме ГЧП: оценка социального воздействия проекта ГЧП; эффективное управление рисками проекта ГЧП; оценка эффективности и устойчивости проектов ГЧП; использование гибких контрактов; государственный надзор за проектом ГЧП; методы управления знаниями для проектов ГЧП [10]. Выявленные выше пробелы в изучении ГЧП могут быть обусловлены разными причинами, однако в части исследований ГЧП по специальности 5.2.5 «Мировая экономика» недостаточность исследований ГЧП связана с: неполнотой баз данных на региональном и страновом уровне, спецификой проектов ГЧП – их уникальность в зависимости от страны и проекта, отсутствие «понятийной ясности и терминологического единства» [5], недостаточность связанности существующих экономических теорий и концепций и ГЧП.

Первые инфраструктурные проекты в форме концессии появлялись уже в XVII–XIX вв., в связи с этим различные экономические школы рассматривали и понимали «ГЧП» по-разному, в связи с чем существует большое количество определений термина «ГЧП». К примеру, трансграничные проекты ГЧП и межстрановые проекты ГЧП могут быть обозначены следующим образом: межгосударственные [2], международные, многоуровневые [2], многосторонние [4], смешанные, региональные и глобальные [9], международные транснациональные проекты, проекты ГЧП международного значения, совместные проекты государств [3]. Также стоит отметить, что ГЧП – специфическое явление, имеющее как микроэкономический и макроэкономический уровни. Г.А. Ходж и С. Грив выделяют пять различных уровней понятия «ГЧП» [13]. Большое количество уровней понятия «ГЧП» также осложняет формирование «терминологического единства». Пробелы в исследованиях ГЧП отмечаются не только в зарубежных источниках, но и в отечественной научной литературе, например, Мерзлов И. Ю. отмечает, что в настоящее время отсутствует достаточное количество исследований, обосновывающих взаимосвязь ГЧП и конкурентоспособности стран и регионов [7]. Определение понятия ГЧП, может помочь понять, что следует оценивать, что изучать и какие ставить цели для ГЧП проектов, а также теоретически обоснует и разовьет роль ГЧП в смешанной экономике.

Ранее представленные на Рисунке 2 основные направления исследования ГЧП могут быть дополнены при расширении теоретической основы исследований по тематике ГЧП. Для этого автором предлагается проанализировать применимость различных экономических теорий и концепций к теме ГЧП. Применимость различных экономических теорий и концепций к теме ГЧП представлена в Таблице 2.

Таблица 2
Анализ применимости экономических теорий и концепций к теме ГЧП

Автор, лауреат Нобелевской премии	Название научного труда, источник	Название теории, концепции	Возможность применения к будущим исследованиям по специальности 5.2.5 «Мировая экономика»
Ronald H. Coase	The Nature of the Firm (1937)	Теория транзакционных издержек	Транзакционные издержки в межстрановых проектах ГЧП. Распределение функций между партнерами ГЧП.
Elinor Ostrom	Governing the Commons (1990)	Многоуровневая система управления общим благом	Анализ совместного управления инфраструктурой, оценка вклада уровней участия в устойчивость и эффективность проектов ГЧП в различных странах.
Oliver E. Hart	Firms, Contracts, and Financial Structure (1995)	Теория неполных контрактов	Методология построения гибких правовых схем, в трансграничных и межстрановых проектах ГЧП.
Bengt Holmström	Moral Hazard in Teams (1979)	Моральный риск	Межстрановой анализ различий в институциональной прозрачности и правовой защите в проектах ГЧП.
Joseph E. Stiglitz	Information and Economic Efficiency	Экономика информации	Проблема информационной асимметрии в проектах ГЧП.

Douglass C. North	Institutions, Institutional Change and Economic Performance (1990)	Теория институтов	Оценка правовой защиты инвесторов, уровеня коррупции и эффективности судебной системы в различных странах мира, сравнение и влияние данных факторов на проекты ГЧП и инвестиционную привлекательность проектов ГЧП в различных странах мира.
Robert M. Solow	A Contribution to the Theory of Economic Growth (1956)	Неоклассическая модель экономического роста	Сравнение влияния инвестиций в проекты ГЧП на долгосрочный экономический рост в развитых и развивающихся странах.

Источник: составлено автором

Исходя из Таблицы 2, составленной автором, существующие направления исследований по тематике ГЧП могут быть расширены и усилены при использовании экономических теорий и концепций, которые ранее не применялись к ГЧП или имели ограниченное применение. Среди проанализированной отечественной и зарубежной литературы доля исследований относительно ГЧП в мировой экономике меньше, чем доля работ, где механизмы ГЧП и проекты ГЧП рассматриваются на уровне отдельных стран и регионов стран, что обозначает текущий пробел в публикациях по тематике ГЧП.

Заключение

Таким образом, на основе анализа отечественной и зарубежной литературы о ГЧП выявлены основные направления в текущих исследований о ГЧП. Выявлены пробелы в текущих исследованиях о ГЧП, а именно: нет «терминологического единства» в определении ГЧП, недостаточность исследований проектов ГЧП на межстрановом и межрегиональном уровне, незначительная доля научных публикаций о межстрановых и трансграничных проектах ГЧП. Используемый инструментарий эмпирических исследований и теоретическая основа текущих научных исследований по тематике ГЧП по специальности 5.2.5 «Мировая экономика» в зарубежной и отечественной литературе характеризуется, в основном, следующими направлениями: анализ отдельно взятых странах с учетом зарубежного опыта на примере отдельных проектов ГЧП. Направления будущих исследований о ГЧП должны формироваться исходя из указанных выше пробелов в текущих исследованиях и рассмотренной эволюции развития теоретических подходов понимания ГЧП, применимости различных экономических теорий и концепций к теме ГЧП. Дальнейшие научные исследования по теме ГЧП, особенно в рамках специальности 5.2.5 «Мировая экономика» в связи с повышенным интересом к ГЧП со стороны государства и частного партнера, а также указанных выше пробелов в научных публикациях.

Литература

1. Калмыков П. А. Государственно-частное партнерство в странах БРИКС в условиях макроэкономической нестабильности / П. А. Калмыков // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 6. – С. 128-132. – EDN KKXIDG.
2. Козлов А.А. Государственно-частное партнерство: сущность, классификация // Управление экономическими системами. – 2012.
3. Литвиненко Г.И. Транспортная инфраструктура // Мир транспорта. – 2017. – Т. 15. No 4 (71). – С. 255.
4. Матвеев В.А. Многосторонние проекты на пространстве ШОС: оценка механизмов их реализации // Китай в мировой и региональной политике. История и современность. – 2015. – Т. 20. – С. 282–291.
5. Маслова С.В., Соколов М. Ю. Трансграничные проекты государственно-частного партнерства: концептуальные особенности и практические аспекты управления // Вопросы государственного и муниципального управления. 2020. №1. — URL: https://vgmu.hse.ru/article/view/25141/20661 (дата обращения: 15.06.2026).
6. Мерзлов И.Ю. Государственно-частное партнёрство в инфраструктурной сфере как основа повышения конкурентоспособности региональной экономики. дис. док. экон. наук: 08.00.05: защищена 07.02.17: утв.15.11.18. с. 20.
7. Мерзлов И. Ю. Государственно-частное партнёрство: его взаимосвязь с региональной конкурентоспособностью // РЭиУ. 2020. №2 (62). — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvenno-chastnoe-partnyorstvo-ego-vzaimosvyaz-s-regionalnoy-konkurentosposobnostyu (дата обращения: 15.06.2026).
8. Мирзабалаева Ф. И., Тунаева З.А. Государственно-частное партнерство как инструмент регионального развития // Фундаментальные исследования. 2015. № 9-1. С. 160-164. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=24137170 (дата обращения 04.09.2023).
9. Филиппова Л.Е. Развитие форм международного государственно-частного партнерства в сфере интеграционного сотрудничества // Белорусский экономический журнал. – 2017. – No 1. – С. 66–76.
10. Caiyun Cui, Yong Liu, Alex Hope, Jianping Wang, Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects, International Journal of Project Management, Volume 36, Issue 5, 2018, Pages 773-794, ISSN 0263-7863 — URL: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.03.004 (дата обращения 15.06.2026)
11. Chen, Z., Daito, N., Gifford, J.L., 2016. Data review of transportation infrastructure public–private partnership: a meta-analysis. Transp. Rev. 36(2), 228–250. — URL: https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1076535 (дата обращения 15.06.2026)
12. Eze, Emmanuel & Effah, Ernest., 2025. A review of public-private partnership (PPP) studies in World Bank Designated Developing Countries. Rio De Janeiro, Brazil, 2025 — URL: https://www.researchgate.net/publication/388890444_A_review_of_public-private_partnership_PPP_studies_in_World_Bank_Designated_Developing_Countries (дата обращения 15.06.2026)
13. Hodge G.A., Greve C., Boardman A.E. International Handbook in Public-Private Partnerships. UK: Edward Elgar. 2012.pp.27-28.
14. Ke, Y., Wang, S., Chan, A.P.C., Cheung, E., 2009. Research trend of public-private partnership in construction journals. J. Constr. Eng. Manag. 135(10), 1076–1086. — URL: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:10(1076) (дата обращения 15.06.2026)
15. Neto, D.S., Cruz, C.O., Rodrigues, F. and Silva, P. (2016). Bibliometric Analysis of PPP and PFI Literature: Overview of 25 Years of Research. Journal of Construction Engineering and Management, 142(10), 1-8. — URL: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001163 (дата обращения 15.06.2026)
16. Pu, W., Xu, F., and Marques, R. C. (2021). A bibliometric and meta-analysis of studies on public private partnership in China. Construction Management and Economics, 39(9), 773 789. — URL: https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1958356 (дата обращения 15.06.2026)
17. Riggs, R.J., Hu, S.J., 2013. Disassembly liaison graphs inspired by wordclouds. Procedia CIRP 7 (5), 521–526. — URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.026 (дата обращения 15.06.2026)
18. Научная электронная библиотека Elibrary [Электронный ресурс] — URL: https://www.elibrary.ru/keyword_items.asp?id=3151328&show_option=0 (дата обращения 15.06.2026)
19. EmeraldInsight, база научных публикаций [Электронный ресурс] — URL: https://www.emerald.com/search-results?page=1&q=public%20private%20partnership (дата обращения 15.06.2026)
20. ResearchGate, база научных публикаций [Электронный ресурс] — URL: https://www.researchgate.net/search/publication?q=PPP%2BOR%2Bpublic%2Bprivate%2Bpartnership (дата обращения 15.06.2026)
21. ScienceDirect, база научных публикаций [Электронный ресурс] — URL: https://www.sciencedirect.com/search?qs=public+private+partnership (дата обращения 15.06.2026)

Development of theoretical approaches to understanding ppp: an analysis of domestic and foreign literature

Kalmykov P.A.

Saint Petersburg State University of Economics (SPbSUE)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents the author's analysis of publication activity in the domestic and foreign literature on the topic of «public-private partnership» (PPP) using frequency keyword analysis and cluster analysis. Based on the analysis of domestic and foreign literature on PPP, the main directions and gaps in current research on PPP have been identified, and the directions of future research have been outlined. The article analyzes the evolution of the development of theoretical approaches to understanding PPP, the applicability of various economic theories and concepts to the topic of PPP, including in terms of intercountry and cross-border PPP projects.

Keywords: Public-private partnership (PPP), the evolution of PPP, PPP theory, infrastructure investments, trends in the development of public-private partnership, foreign direct investment (FDI).

References

1. Kalmykov P. A. Public-Private Partnership in the BRICS Countries in the Context of Macroeconomic Instability / P. A. Kalmykov // Innovations and Investments. - 2025. - No. 6. - Pp. 128-132. - EDN KKXIDG.
2. Kozlov A. A. Public-Private Partnership: Essence, Classification // Management of Economic Systems. - 2012.

3. Litvinenko G. I. Transport Infrastructure // World of Transport. - 2017. - Vol. 15. No. 4 (71). - P. 255.
4. Matveyev V. A. Multilateral Projects in the SCO Space: Assessment of Their Implementation Mechanisms // China in World and Regional Politics. History and Modernity. – 2015. – Vol. 20. – Pp. 282–291.
5. Maslova S.V., Sokolov M.Yu. Cross-border public-private partnership projects: conceptual features and practical aspects of management // Issues of public and municipal administration. 2020. No. 1. — URL: https://vgmu.hse.ru/article/view/25141/20661 (date of access: 15.06.2026).
6. Merzlov I.Yu. Public-private partnership in the infrastructure sphere as a basis for increasing the competitiveness of the regional economy. dis. Doc. of Economics: 08.00.05: defended 07.02.17: approved 15.11.18. p. 20.
7. Merzlov I. Yu. Public-private partnership: its relationship with regional competitiveness // REU. 2020. No. 2 (62). - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvenno-chastnoe-partnyorstvo-ego-vzaimosvyaz-s-regionalnoy-konkurentosposobnostyu (accessed: 15.06.2026).
8. Mirzabalaeva F. I., Tunaeva Z. A. Public-private partnership as a tool for regional development // Fundamental research. 2015. No. 9-1. pp. 160-164. Access mode: https://elibrary.ru/item.asp?id=24137170 (accessed 04.09.2023).
9. Filippova L.E. Development of forms of international public-private partnership in the field of integration cooperation // Belarusian Economic Journal. – 2017. – No. 1. – P. 66–76.
10. Caiyun Cui, Yong Liu, Alex Hope, Jianping Wang, Review of studies on the public–private partnerships (PPP) for infrastructure projects, International Journal of Project Management, Volume 36, Issue 5, 2018, Pages 773-794, ISSN 0263-7863 - URL: https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.03.004 (accessed 06/15/2026)
11. Chen, Z., Daito, N., Gifford, J.L., 2016. Data review of transport infrastructure public–private partnership: a meta-analysis. Transp. Rev. 36(2), 228–250. — URL: https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1076535 (access date 06/15/2026)
12. Eze, Emmanuel & Effah, Ernest., 2025. A review of public-private partnership (PPP) studies in World Bank Designated Developing Countries. Rio De Janeiro, Brazil, 2025 - URL: https://www.researchgate.net/publication/388890444_A_review_of_public-private_partnership_PPP_studies_in_World_Bank_Designated_Developing_Countries (accessed 06/15/2026)
13. Hodge G.A., Greve C., Boardman A.E. International Handbook in Public-Private Partnerships. UK: Edward Elgar. 2012.pp.27-28.
14. Ke, Y., Wang, S., Chan, A.P.C., Cheung, E., 2009. Research trend of public-private partnership in construction journals. J. Constr. Eng. Manag. 135(10), 1076–1086. — URL: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:10(1076) (accessed June 15, 2026)
15. Neto, D. S., Cruz, C. O., Rodrigues, F. and Silva, P. (2016). Bibli-ometric Analysis of PPP and PFI Literature: Overview of 25 Years of Re-search. Journal of Construction Engineering and Management, 142(10), 1-8. — URL: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001163 (access date 06/15/2026)
16. Pu, W., Xu, F., and Marques, R. C. (2021). A bibliometric and meta-analysis of studies on public private partnerships in China. Construction Management and Economics, 39(9), 773 789. — URL: https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1958356 (accessed June 15, 2026)
17. Riggs, R.J., Hu, S.J., 2013. Disassembly liaison graphs inspired by wordclouds. Procedia CIRP 7(5), 521–526. — URL: https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.026 (access date 06/15/2026)
18. Scientific electronic library Elibrary [Electronic resource] - URL: https://www.elibrary.ru/keyword_items.asp?id=3151328&show_option=0 (access date 06/15/2026)
19. EmeraldInsight, database of scientific publications [Electronic resource] - URL: https://www.emerald.com/search-results?page=1&q=public%20private%20partnership (access date 06/15/2026)
20. ResearchGate, database of scientific publications [Electronic resource] - URL: https://www.researchgate.net/search/publication?q=PPP%2BOR%2Bpublic%2Bprivate%2Bpartnership (access date 06/15/2026)
21. ScienceDirect, database of scientific publications [Electronic resource] - URL: https://www.sciencedirect.com/search?qs=public+private+partnership (access date 06/15/2026)

Общественный контроль на местном уровне: ключевые вопросы и направления

Кузьменко Светлана Петровна
соискатель, Ответственный секретарь, Общественный совет при Минстрое России, SPKuzmenko@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы эффективного управления территориями на основе активного вовлечения граждан в процессы развития на местном уровне. Местное самоуправление выступает ключевым звеном и центральным элементом в механизме публичной власти и служит основным каналом прямой коммуникации между государством и обществом, обеспечивая эффективный учёт местных интересов, традиций и потребностей при принятии управленческих решений. Показано, что общественный контроль выходит далеко за рамки вспомогательной функции гражданского общества. На местном (муниципальном) уровне, где власть территориально наиболее приближена к населению и тесно с ним взаимодействует, этот институт обретает особую, стратегическую роль.

Особо отмечено, что современное управление как на государственном, так и на муниципальном уровне сталкивается с комплексными вызовами, требующими не только эффективного управления, но и активного вовлечения граждан в процессы развития. При этом итоговая эффективность и результативность зависят не только от действий органов власти, но и от степени их прозрачности, подотчетности и восприимчивости к интересам общества.

Выделены ключевые направления взаимодействия власти и населения, такие как благоустройство территорий и жилищно-коммунальное хозяйство.

Ключевые слова: общественное участие, общественный контроль, общественные советы, местное самоуправление, разграничение полномочий, жилищно-коммунальное хозяйство, комфортная жилая среда.

В современной России вопросы организации публичной власти на местах всегда занимали особое место в политической повестке [1]. Местное самоуправление (МСУ) является тем уровнем власти, который наиболее приближен к населению и призван решать насущные проблемы жизнеобеспечения граждан. От эффективности его функционирования напрямую зависит качество жизни в городах и, что особенно важно, в сельской местности.

Глубокое встраивание местного самоуправления в единую архитектуру публичной власти [2] наиболее полно раскрывается в следующих ключевых аспектах:

1. **Общность стратегических ориентиров.** Органы местного самоуправления и органы государственной власти разделяют единые долгосрочные цели по комплексному социально-экономическому развитию страны. Их совместная, скоординированная работа нацелена на рост благосостояния граждан, обеспечение национальной и общественной безопасности, создание равенства возможностей для всех жителей и защиту их конституционных прав. Несмотря на существенную разницу в территориальных масштабах деятельности, их усилия неизменно направлены на создание комфортных и безопасных условий проживания граждан и устойчивое развитие конкретных территорий [3].
2. **Компетенционное разграничение.** Единство системы публичной власти не отменяет строгого и установленного законами разграничения полномочий между её уровнями. Государственная власть на федеральном уровне концентрируется на решении вопросов общенационального значения (таких как оборона страны, внешняя политика, установление основ федерального законодательства), местное самоуправление наделено исключительными правами для решения задач непосредственного жизнеобеспечения на местах [4]. К ним относятся управление муниципальной собственностью, организация предоставления коммунальных услуг (водоснабжение, отопление, электроэнергия), благоустройство территорий, утилизация и переработка бытовых отходов.
3. **Согласованное сотрудничество.** Органы государственной власти формируют необходимую правовую базу, создают организационные механизмы для взаимодействия (например, совместные коллегии и рабочие группы) и предоставляют финансовые инструменты для поддержки МСУ в виде дотаций, субсидий и субвенций. В свою очередь, органы местного самоуправления активно участвуют в исполнении отдельных государственных функций (например, ведение воинского учёта граждан или осуществление опеки и попечительства), которые делегируются им «сверху» с одновременной передачей материальными и финансовыми ресурсами, обеспечиивающими исполнений данных функций.
4. **Подотчётность.** Органы местного самоуправления входят в единую систему публичной власти и несут двойную ответственность и отчетность как перед органами государственной власти, та и перед населением за надлежащее исполнение своих собственных функций и решение задач, а также и переданных им государственных полномочий Эта ответственность может проявляться в различных формах — от судебного оспаривания решений органов МСУ до введения прямого временного государственного управления на территории конкретного муниципалитета в случае ненадлежащего исполнения ими своих обязанностей или при возникновении непосредственной угрозы жизни и здоровью граждан.

Таким образом местное самоуправление выступает ключевым звеном и центральным элементом в механизме публичной власти. Оно служит основным каналом прямой коммуникации между государством и обществом, обеспечивая эффективный учёт местных интересов, традиций и потребностей при принятии управленческих решений. Именно через эффективно функционирующее МСУ реализуется фундаментальный принцип субсидиарности: задачи должны решаться на том уровне управления (наиболее близком к человеку), который способен сделать это наиболее компетентно, оперативно, экономно и с максимальным учётом интересов населения [5].

Современное управление как на государственном, так и на муниципальном уровне сталкивается с комплексными вызовами, требующими не только эффективного управления, но и активного вовлечения граждан в процессы развития. В контексте особенностей Российской Федерации, с ее обширными территориями, значительными ресурсными различиями и многоуровневой системой управления, вопросы сбалансированного и устойчивого социально-экономического развития территорий приобретают особую актуальность. Деятельность органов власти и управления,

направленная на сокращение разрывов в уровне жизни, стимулирование экономического роста и повышение качества общественных услуг, во многом определяет общее состояние как страны в целом, так и ее отдельных территорий. Однако итоговая эффективность и результативность зависят не только от действий органов власти, но и от степени их прозрачности, подотчетности и восприимчивости к интересам общества.

В последние десятилетия в российской научной и политической мысли, а также в общественном дискурсе, все более заметное место занимает концепция общественного контроля. Этот феномен, подразумевающий совокупность действий и инициатив граждан, их коллективных образований (общественных организаций, движений, палат) по наблюдению, оценке и влиянию на деятельность органов государственной власти и местного самоуправления, призван стать одним из ключевых механизмов обеспечения демократичности и эффективности государственного управления.

Общественный контроль представляет собой многогранное явление, которое в современной политологии и социологии трактуется как форма участия гражданского общества в управлении государственными и общественными делами [6].

Он основывается на праве граждан и их объединений наблюдать за деятельностью органов власти, оценивать принимаемые ими решения, контролировать их исполнение и добиваться соответствия этой деятельности интересам общества и государства. По своей сути, общественный контроль является механизмом обеспечения подотчетности власти перед народом, повышения ее прозрачности и эффективности.

Общественный контроль выходит далеко за рамки вспомогательной функции гражданского общества, выступая в качестве его стержневого, системообразующего элемента и краеугольного камня демократического строя. На местном (муниципальном) уровне, где власть территориально наиболее приближена к населению и тесно с ним взаимодействует, этот институт обретает особую, стратегическую роль. Он предоставляет жителям, их объединениям, некоммерческим организациям и общественным советам законный инструмент прямого воздействия на управление делами на местах. По своей природе общественный контроль служит залогом прозрачности, подотчетности и открытости органов власти перед гражданами.

Практическая значимость данного института многогранна и реализуется через ряд ключевых направлений, которые в совокупности формируют здоровую и эффективную управленческую экосистему.

Вовлеченность гражданского общества является одним из самых действенных барьеров на пути коррупционных схем, злоупотреблений должностными полномочиями и нецелевого использования бюджетных средств. Само понимание того, что работа органов местного самоуправления (ОМСУ) находится под неусыпным вниманием общественности, принуждает чиновников действовать максимально открыто.

Администрация муниципалитета ежедневно сталкивается со сложными задачами развития территории, требующими учета локальной специфики. Вовлечение жителей через публичные слушания, опросы и проектные сессии позволяет аккумулировать их уникальный практический опыт [7]. Решения, принятые с учетом мнения населения как прямого потребителя муниципальных услуг (транспорта, образования, благоустройства), становятся более обоснованными, реалистичными и жизнеспособными. Это обеспечивает им высокий уровень легитимности — общественного признания их справедливости.

Важными инструментами общественного контроля и участия, в особенности на местном уровне, являются:

- **публичные слушания:** обязательная процедура обсуждения проекта местного бюджета, отчета о его исполнении, проектов планировки территории и вопросов изменения границ поселения. Жители имеют право высказывать свои замечания и предложения, которые, хотя и не носили императивного характера, должны были учитываться при принятии окончательного решения;
- **сходы граждан:** в небольших поселениях (до 100 человек) сход граждан в ряде фактически выполнял функции представительного органа, принимая ключевые решения по вопросам местного значения;
- **наказы избирателей:** депутаты формировали наказы, данные им в ходе предвыборной кампании, которые включались в план социально-экономического развития территории и контролировались на предмет исполнения;
- **территориальное общественное самоуправление (ТОС):** позволяло жителям микрорайонов, улиц или домов объединяться для решения локальных проблем (благоустройство, организация праздников, охрана порядка) без создания органов власти;
- **отчеты депутатов и глав перед населением:** периодическая процедура, в ходе которой выборные лица докладывали о своей работе, давая возможность гражданам задать вопросы и оценить их деятельность.

Все эти механизмы создавали систему обратной связи, пусть и несовершенную, но формирующую у граждан ощущение сопричастности к управлению и возможности повлиять на ситуацию [8]. Упразднение поселенческого уровня власти сужает применимость большинства из этих институтов. ТОСы могут сохраниться, но без поддержки местной администрации и без права инициировать решение вопросов местного значения, их эффективность резко падает. Публичные слушания, проводимые окружной администрацией в районном центре, становятся физически недоступными для жителей отдаленных деревень.

Недостаточная квалификация управленцев и депутатов органов местного самоуправления, обязанных управлять сложными и разнородными территориями из единого центра порождает целый каскад рисков:

1. **Риск нецелевого использования средств.** Без понимания реальных приоритетов жителей, деньги, выделяемые на развитие, могут быть потрачены на невостребованные или неэффективные проекты.
2. **Риск упадка инфраструктуры.** Удаленность центров управления от объектов инфраструктуры требует постоянного внимания к планам их содержания и текущего ремонта. А проведение работ в соответствии с данными планами должно сопровождаться постоянным контролем, включая общественный. В условиях, когда ответственность разделена между окружной администрацией и управляющей организацией, а контроль со стороны жителей отсутствует, эти объекты инфраструктуры будут деградировать гораздо быстрее.
3. **Рост социального неравенства и депрессивность территорий.** Централизация власти, отсутствие властных органов и их управляющих структур в удаленных населенных пунктах может привести к тому, что граждане данных сел и поселков будет чувствовать себя забытыми властью [9]. Это приведет к оттоку наиболее активных и трудоспособных граждан в районные центры и крупные города. Следствием этого станет деградации сельских территорий, повышение потребности во все больших дотациях, отсутствие не только развития, но и его перспектив.
4. **Падение инвестиционной привлекательности.** Бизнес, особенно малый и средний, ориентированный на локальные рынки и местные ресурсы, крайне чувствителен к стабильности и предсказуемости правил игры. Политическая нестабильность, вызванная протестами, и непрозрачность процедур принятия решений в администрации будут отпугивать потенциальных инвесторов.

Необходим поиск реалистичных и действенных компенсаторных механизмов, способных снизить указанные риски – прежде всего за счет использования инструментов общественного контроля [10]. Важнейшими из них являются следующие.

1. Процедуры общественных обсуждений по ключевым вопросам, затрагивающим интересы жителей конкретных территорий (формирование и исполнение местного бюджета в части, касающейся данного населенного пункта, планы застройки, проекты благоустройства), должны проводиться не только в административном центре, но и непосредственно на местах. Более того, итоги таких обсуждений должны носить не просто рекомендательный, а быть обязательными для учета при соблюдении определенных процедур согласования.
2. Разработка и внедрение региональных порталов для общественного контроля, где граждане могли бы получать информацию, направлять обращения, участвовать в обсуждениях, отслеживать ход рассмотрения своих вопросов, является не только перспективным, но и должно стать обязательным элементом государственного и муниципального управления [11].
3. Необходимо создать и/или внедрить на всей территории муниципального образования специализированные цифровые платформы, позволяющие жителям в удобном и доступном формате направлять обращения, участвовать в голосованиях по локальным вопросам, отслеживать статус решения проблем и контролировать работу администрации и муниципальных служб в режиме реального времени. Обязательным элементом систем обратной связи должно стать обеспечение максимальной открытости государственных данных, которые можно использовать для общественного контроля.

При этом необходимо уделять особое внимание обучению пожилых граждан и жителей отдаленных сел пользованию этими платформами.

Общественные советы, общественность влияют на самые важные национальных программ, которые существуют в России.

К ним относится и федеральный проект формирования комфортной городской среды. Его основным содержанием и целью является создание новых общественных пространств, а также благоустройство территории жилой застройки.

Средства на реализацию проектов выделяются посредством двух механизмов. Первый механизм - субсидия для регионов из федерального

бюджета на реализацию так называемых программных мероприятий, размер которой определяется с учетом численности населения субъекта Российской Федерации.

В текущем году финансирование из федерального бюджета на реализацию программных мероприятий составляет 35,5 млрд рублей. В зависимости от населения соответственно выделяется и субсидия субъектов Российской Федерации.

Второй источник финансирования в рамках данного федерального проекта - Всероссийский конкурс лучших проектов создания комфортной городской среды. Конкурс организуется Минстроем России. В отличие от программных в этой части планируются мероприятия созданию и реконструкции значимых общественных пространств – парков, набережных, площадей, крупных улиц, пешеходных зон.

Всего в рамках национальной цели комфортная безопасная среда для жизни предусмотреть благоустройство не менее тридцати тысяч общественных территорий по программным мероприятиям и не менее тысячи шестисот проектов по проектам участников Всероссийского конкурса создания комфортной городской среды малых городах и исторических поселений.

Одна из ключевых особенностей и приоритетов всех проектов Федеральной программы - активное участие жителей самих людей в решении вопросов формирования комфортной городской среды, в том числе – через участие в ежегодно проводимом Всероссийском голосовании по отбору как самих объектов, и и выбору мест размещения новых. В голосовании принимают участие практически все субъекты Российской Федерации. Следует подчеркнуть, что в текущем году уже проголосовало более шестнадцати миллионов человек.

Участие в таких проектах очень важно для городов, особенно для малых населённых пунктов. Сегодня регионы органы местного самоуправления рассматривают благоустройство не просто как замостили что-то там поставили какие-то малые архитектурные объекты, а как часть долгосрочного развития территории, возможность улучшения социального климата, механизм удержания молодых активных жителей в населённых пунктах, инструмент привлечения инвесторов для развития туризма.

Реализация проектов создания, реконструкции и благоустройства позволило уже создать по стране более тридцати тысяч новых рабочих мест, открыть более семи тысяч новых точек коммерческой активности.

Общественным организациям, общественным советам необходимо активно участвовать в выборе мест для благоустройства, оказывать помощь с разработкой программы развития территории, с поиском внебюджетного финансирования, которое является условием участия в конкурсе на получение федерального финансирования, с организацией народного контроля над ходом работ и потом над содержанием общественных пространств.

В заключение необходимо остановиться на важнейшем направлении деятельности органов местного самоуправления.

Жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) представляет собой одну из наиболее сложных и социально значимых отраслей экономики как всей России, так и ее отдельных территорий. России. От его стабильного и эффективного функционирования напрямую зависит качество жизни более 140 миллионов граждан, состояние жилого фонда и инженерной инфраструктуры, а также уровень социальной напряженности в регионах. По данным Министерства строительства и ЖКХ РФ, износ коммунальной инфраструктуры в среднем по стране превышает 60%, а в некоторых муниципалитетах достигает 80%, что требует колоссальных финансовых вложений и эффективного управления.

В этих условиях традиционные механизмы государственного и муниципального контроля за деятельностью управляющих организаций и ресурсоснабжающих предприятий зачастую оказываются недостаточно эффективными из-за ограниченности административного ресурса, коррупционных рисков и ведомственной закрытости. Именно здесь на первый план выходит общественный контроль — деятельность граждан и их объединений, направленная на наблюдение, проверку и оценку соблюдения законодательства в сфере ЖКХ, а также качества предоставляемых услуг[12].

Общественный контроль, реализуемый через советы многоквартирных домов, товарищества собственников жилья (ТСЖ), общественные инспекции и цифровые платформы, способен не только решать локальные проблемы протекающих крыш или неверных квитанций. На системном уровне он выступает драйвером социально-экономического развития территорий, так как способствует повышению прозрачности тарифной политики, эффективности расходования средств собственников и бюджетных субсидий, а также модернизации жилого фонда. Активные и компетентные собственники — это главные союзники государства в наведении порядка в отрасли.

Несмотря на широкие законодательные возможности, потенциал общественного контроля в ЖКХ используется далеко не в полной мере. Граждане сталкиваются с противодействием со стороны управляющих компаний (УК) и ресурсоснабжающих организаций (РСО), административными барьерами, недостатком компетенций и отсутствием системной поддержки со стороны муниципалитетов. В результате эффективные локальные практики не тиражируются, а голос общественности остается неуслышанным при принятии стратегических решений в отрасли. Особую актуальность этой проблеме придает текущая муниципальная реформа, которая, укрупняя территории, рискует еще больше отдалить центр принятия решений от конечных потребителей коммунальных услуг.

К основным институтам (субъектам) общественного контроля в ЖКХ относятся:

- Советы многоквартирных домов (МКД) и их председатели: это первичный и самый массовый уровень контроля. Председатель совета МКД, будучи избранным на общем собрании, выступает легальным представителем интересов жильцов в отношениях с УК.
- Товарищества собственников жилья (ТСЖ) и жилищные кооперативы: являясь формой самоорганизации, они берут на себя функции управления домом, что является высшей формой контроля, так как собственники напрямую участвуют в распределении финансовых потоков.
- Общественные организации и объединения: например, Союз потребителей РФ, региональные центры общественного контроля в ЖКХ, создаваемые при Общественных палатах. Они проводят системный мониторинг, экспертизу тарифов и законодательных инициатив, а также оказывают юридическую помощь гражданам.
- Общественные жилищные инспекторы: институт, введенный в 2018 году, позволяющий прошедшим специальное обучение активистам проводить проверки с участием представителей государственной жилищной инспекции.
- Цифровые платформы: государственная информационная система ЖКХ (ГИС ЖКХ) и мобильные приложения (например, «Активный гражданин» в Москве, «Госуслуги. Решаем вместе») позволяют фиксировать проблемы, направлять обращения и отслеживать их исполнение в цифровом формате, обеспечивая прозрачность процесса.

Авторское решение проблемы видится в реализации комплекса мер, направленных на институциональную и ресурсную поддержку общественного контроля.

1. Создание муниципальных ресурсных центров поддержки. Предлагается на базе администраций муниципальных округов (или на уровне межмуниципального сотрудничества) создать консультационно-методические центры поддержки общественного контроля в ЖКХ. Их функции: бесплатное юридическое консультирование председателей советов МКД и ТСЖ, обучение основам жилищного законодательства и экономики ЖКХ, помощь в проведении общих собраний и составлении документов. Финансирование таких центров может осуществляться за счет региональных программ поддержки местного самоуправления.

2. Расширение полномочий общественных жилищных инспекторов. Необходимо законодательно расширить права общественных инспекторов, предоставив им:

а) право беспрепятственного доступа к первичной документации УК и РСО (в части, касающейся конкретного дома) при предъявлении удостоверения и по согласованию с Госжилинспекцией;

б) право инициировать проведение внеплановых проверок Госжилинспекцией при наличии обоснованных жалоб;

в) право участвовать в работе комиссий по расследованию причин аварий на коммунальных сетях.

3. Законодательное закрепление досудебного урегулирования. Внедрение процедуры обязательного рассмотрения споров между жителями и УК с участием общественного инспектора или представителя ресурсного центра до обращения в суд. Это позволит, ускорить решение многих бытовых проблем и создать культуру диалога.

4. Стимулирование активности через цифровые платформы. Дальнейшее развитие ГИС ЖКХ и региональных платформ обратной связи с обязательным публичным отчетом УК и муниципальных властей о сроках и результатах рассмотрения обращений граждан. Внедрение рейтингования УК на основе оценок жителей, которое будет влиять на возможность получения ими новых домов в управление.

5. Компенсация эффектов муниципальной реформы. На уровне вновь созданных муниципальных округов законодательно закрепить институт выборных сельских старост, наделив их функциями по контролю за состоянием ЖКХ и правом прямого обращения к главе округа по вопросам жизнеобеспечения населенного пункта [13].

Реализация данных мер позволит превратить общественный контроль в системный институт гражданского общества, реально влияющий на качество жизни и устойчивое развитие российских территорий.

Литература

1. Сайбулаева С.А. Местное самоуправление в российском государстве: некоторые вопросы теории и практики // Государственная власть и местное самоуправление – 2022 - № 6.
2. Виноградова Е.В. Местное самоуправление как элемент публичной власти Российской Федерации // Российский научный вестник - 2025 - № 9.
3. Литвинова В.С. Местное самоуправление в системе публичной власти Российской Федерации: правовой статус и функциональное назначение // Академия права – 2026 - № 1 (10).
4. Бухвальд Е.М. Какое местное самоуправление нужно современной России? // Вопросы теоретической экономики – 2021 - № 3 (12).
5. Михеева Т.Н., Михеев Д.С. Формы непосредственной муниципальной демократии: грядущие трансформации // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. - 2022. - Т. 22.- № 3.
6. Гошуляк В.В. Местное самоуправление как институт гражданского общества в системе публичной власти // Наука. Общество. Государство - 2026 /- Т. 14 - № 1 (53).
7. Михеев Д.С. Местное самоуправление и общественный контроль // Евразийский юридический журнал. – 2018 - № 5 (120).
8. Михеев Д.С. Трансформации в местном самоуправлении и общественный контроль // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Исторические науки. Юридические наук .- 2020.- Т. 6. № 2 (22).
9. Колосова Н.Н. Местное сельское самоуправление как институт гражданского общества в России: современные тенденции развития // Гуманитарный вестник Донского государственного аграрного университета. - 2024.- № 4.
10. Петухов Р.В. Общественное участие и местное самоуправление в России: кризис доверия и поиск новых форм // Социологические исследования. — 2023. — № 5.
11. Гимазова Э.Н. Цифровизация жилищно-коммунального хозяйства как фактор повышения эффективности общественного контроля // Управленческое консультирование. — 2024. — № 5
12. Мерсиянова И.В. Общественный контроль в России: институциональное развитие и региональная специфика // И.В. Мерсиянова, И.Е. Корнеева // Гражданское общество в России и за рубежом. — 2023. — № 3.
13. Сычев А.П Жилищно-коммунальное хозяйство и местное самоуправление. // Ученые записки Российской Академии предпринимательства – 2008 - № 12.

Public control at the local level: key issues and directions

Kuzmenko S.P.

Public Council under the Ministry of Construction of Russia

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article discusses issues of effective management of territories based on the active involvement of citizens in development processes at the local level. Local self-government is a key link and central element in the mechanism of public power and serves as the main channel of direct communication between the state and society, ensuring that local interests, traditions and needs are effectively taken into account when making management decisions. Public control has been shown to extend far beyond the auxiliary function of civil society. At the local (municipal) level, where power is geographically closest to the population and interacts closely with it, this institution acquires a special, strategic role.

It is especially noted that modern management at both the state and municipal levels is faced with complex challenges that require not only effective management, but also the active involvement of citizens in development processes. At the same time, the final efficiency and effectiveness depend not only on the actions of the authorities, but also on the degree of their transparency, accountability and sensitivity to the interests of society.

Key areas of interaction between the authorities and the population, such as landscaping and housing and communal services, have been identified.

Keywords: public participation, public control, public councils, local self-government, delineation of powers, housing and utilities, and a comfortable living environment.

References

1. Sajbulaeva S.A. Mestnoe samoupravlenie v rossijskom gosudarstve: nekotorye voprosy teorii i praktiki // Gosudarstvennaya vlast' i mestnoe samoupravlenie – 2022 - № 6.
2. Vinogradova E.V. Mestnoe samoupravlenie kak ehlement publichnoj vlasti Rossijskoj Federacii // Rossijskij nauchnyj vestnik - 2025 - № 9.
3. Litvinova V.S. Mestnoe samoupravlenie v sisteme publichnoj vlasti Rossijskoj Federacii: pravovoj status i funkcional'noe naznachenie // Akademiya prava – 2026 - № 1 (10).
4. Buhval'd E.M. Kakoe mestnoe samoupravlenie nuzhno sovremennoj Rossii? // Voprosy teoreticheskoj ehkonomiki – 2021 - № 3 (12).
5. Miheeva T.N., Miheev D.S. Formy neposredstvennoj municipal'noj demokratii: gryadushchie transformacii // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ehkonomika. Upravlenie. Pravo. - 2022. - T. 22.- № 3.
6. Goshulyak V.V. Mestnoe samoupravlenie kak institut grazhdanskogo obshchestva v sisteme publichnoj vlasti // Nauka. Obshchestvo. Gosudarstvo - 2026 /- T. 14 - № 1 (53).
7. Miheev D.S. Mestnoe samoupravlenie i obshchestvennyj kontrol' // Evrazijskij yuridicheskij zhurnal. – 2018 - № 5 (120).
8. Miheev D.S. Transformacii v mestnom samoupravlenii i obshchestvennyj kontrol' // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Istoricheskie nauki. Yuridicheskie nauk .- 2020.- T. 6. № 2 (22).
9. Kolosova N.N. Mestnoe sel'skoe samoupravlenie kak institut grazhdanskogo obshchestva v Rossii: sovremennye tendencii razvitiya // Gumanitarnyj vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. - 2024.- № 4.
10. Petuhov R.V. Obshchestvennoe uchastie i mestnoe samoupravlenie v Rossii: krizis doveriya i poisk novyh form // Sociologicheskie issledovaniya. — 2023. — № 5.
11. Gimazova Eh.N. Cifrovizaciya zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva kak faktor povysheniya ehffektivnosti obshchestvennogo kontrolya // Upravlencheskoe konsul'tirovanie. — 2024. — № 5.
12. Mersiyanova I.V. Obshchestvennyj kontrol' v Rossii: institucional'noe razvitie i regional'naya specifika // I.V. Mersiyanova, I.E. Korneeva // Grazhdanskoe obshchestvo v Rossii i za rubezhom. — 2023. — № 3.
13. Sychev A.P Zhilishchno-kommunal'noe hozyajstvo i mestnoe samoupravlenie. // Uchenye zapiski Rossijskoj Akademii predprinimatel'stva – 2008 - № 12.

Импортозамещение как фактор пространственной реорганизации производственных цепочек

Мельниковская Алена Олеговна
старший преподаватель, кафедра государственного и территориального управления, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2954853@mail.ru,

Закриевская Вера Ильинична
студент, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Verazakrievskaya@yandex.ru

В настоящей статье исследуется влияние политики импортозамещения на пространственную реорганизацию производственных цепочек в условиях глубокой структурной трансформации российской экономики. На основе системного подхода и методов пространственного анализа эмпирических данных показано, что импортозамещение выходит за рамки сугубо отраслевой стратегии, кардинально меняя экономическую географию страны. В исследовании выделены три ключевых пространственных эффекта: формирование новых промышленных кластеров полного цикла, децентрализация межрегиональной кооперации благодаря механизмам СПИК, а также существенное сжатие логистических плеч. Обосновано, что главным управленческим вызовом сегодня становится рассинхронизация региональных программ, ведущая к дублированию производственных мощностей и неэффективной конкуренции субъектов РФ. Для предотвращения пространственной фрагментации экономики предложено внедрение федерального координационного механизма на базе транспортно-экономического баланса. Сделан вывод о том, что основным приоритетом государственной поддержки должно стать стимулирование межрегиональных интеграционных проектов, а не изолированных территориальных инициатив, что позволит построить сбалансированную и устойчивую структуру промышленности.

Ключевые слова: импортозамещение, пространственная реорганизация, производственные цепочки, межрегиональная кооперация, промышленные кластеры, логистические плечи.

Введение

Трансформация российской экономики сегодня определяется глубокой структурной перестройкой. Этот процесс продиктован как внешним санкционным давлением, так и переходом к стратегии достижения технологического суверенитета. В этих условиях политика импортозамещения из ситуативного инструмента реагирования на внешние шоки трансформируется в долгосрочный драйвер промышленной трансформации. Но даже сейчас и учёные, и чиновники обычно сводят импортозамещение к простой замене одних деталей или продуктов на другие, не видя общей картины. А значит, упускается из виду пространственное измерение процесса: как импортозамещение перестраивает географию экономики, формирует новые логистические цепочки и точки притяжения инвестиций. Ситуация осложняется тем, что более 50% суммарного ВРП замыкается на десяти субъектах страны [13]. Остальные территории десятилетиями играли роль периферии. Это не просто статистика, а вызов для любого сценария пространственного перераспределения производства.

Как показывают фундаментальные исследования пространственного развития России [6], исторически рыночные механизмы ведут к усилению территориальной концентрации: экономическая активность смещается из периферии в центр и с востока на запад. При этом простое вливание государственных инвестиций в изолированные региональные проекты статистически не приводит к ускорению роста валового регионального продукта (ВРП), если не формируются межрегиональные производственные цепочки. Политика импортозамещения дает уникальный шанс переломить эту тенденцию, превратив государственные стимулы в инструмент выравнивания пространственных диспропорций.

Реализация политики импортозамещения без учета региональной специфики и пространственных взаимосвязей не позволит достичь требуемого системного эффекта. Во-первых, уровень социально-экономической дифференциации между промышленными лидерами и отстающими регионами уже сегодня достигает 40–60 раз, и при сохранении текущих тенденций эта диспропорция будет только нарастать. Во-вторых, возникает угроза нерационального размещения производительных сил: регионы начнут формировать дублирующую инфраструктуру (например, идентичные промышленные парки), производственные мощности которых окажутся невостребованными. В-третьих, треть (порядка 28%) оборота розничной торговли РФ обеспечивают Московский регион, Санкт-Петербург и Ленинградская область, что ведёт к явлению, которое в современной науке характеризуется как «гиперконцентрация экономической активности» [5]. Данный перекос формирует негативное макроэкономическое поле, фактически «выдавливающее» квалифицированные кадры и бизнес из остальных субъектов Федерации. Как следствие, без концептуального пересмотра пространственной политики процессы импортозамещения могут усилить фрагментацию экономики, сконцентрировав основную массу новых инвестиций в исторически развитых центрах и законсервировав технологическую отсталость остальных территорий.

Цель данного исследования – выявить ключевые эффекты влияния политики импортозамещения на пространственную конфигурацию производственных цепочек в России и обосновать необходимость внедрения механизмов межрегиональной координации.

Практическое значение статьи заключается в том, что выявленные в ней пространственные эффекты импортозамещения могут быть использованы органами государственной власти федерального и регионального уровней при корректировке промышленной и региональной политики. Понимание того, как механизмы государственного стимулирования влияют на пространственную реорганизацию производственных цепочек, позволит минимизировать риски нескоординированных действий и целенаправленно формировать устойчивую территориальную структуру промышленности.

Материалы и методы

Методологическую базу исследования составили системный подход и методы пространственного экономического анализа. В качестве эмпирической базы использованы открытые данные Росстата, аналитические отчеты в сфере логистики, а также нормативно-правовые акты Правительства РФ, регулирующие механизмы специальных инвестиционных контрактов (СПИК) и критерии локализации промышленной продукции. В ходе исследования был проведен сопоставительный анализ целевых

ориентиров региональных программ импортозамещения и макроэкономических показателей Транспортной стратегии РФ, что позволило выявить разрывы в формировании межрегиональных связей

Результаты и дискуссия

Политика импортозамещения, будучи запущенной федеральным центром, неизбежно приобретает региональное измерение, поскольку реальное размещение производственных мощностей, трудовых ресурсов и логистической инфраструктуры закреплено за конкретными территориями. Традиционная модель, доминировавшая в 1990–2010-е годы, выстраивалась по принципу «импорт комплектующих – финальная сборка в крупных агломерациях – сбыт по всей стране». Эта конфигурация была экономически эффективна в условиях открытых рынков, но оборачивалась высокой уязвимостью при блокировке внешних поставок. Импортозамещение в такой логике должно было бы просто заменить иностранные комплектующие на отечественные, произведённые, скорее всего, в тех же столичных центрах. Однако опыт последних трёх лет свидетельствует о более сложном и содержательном процессе: импортозамещение становится стимулом пространственной реорганизации – пересмотра самой конфигурации производственных цепочек на карте страны. Опираясь на фундаментальную теорию пространственных структур П.Я. Бакланова [3], такие производственные цепочки следует рассматривать как линейно-узловые системы производства (ЛУС). Политика импортозамещения фактически перестраивает как «узлы» (заменяя зарубежные центры производства комплектующих на отечественные), так и «линии» (модифицируя транспортно-логистические потоки между ними), формируя новые территориальные системы хозяйства.

Первый и наиболее очевидный пространственный эффект – формирование новых промышленных кластеров полного цикла. Суть заключается в переходе от цепочки «импорт – сборка в Москве – продажа в регионах» к территориально сконцентрированному производству. В академической литературе данный процесс справедливо характеризуется как переход к «новой геометрии пространственных взаимодействий», где на смену жестким вертикальным ведомственным связям приходят гибкие горизонтальные сети [7]. Катализатором такой перестройки выступают «импульсные проекты» импортозамещения, способные генерировать масштабный синергетический эффект для смежных отраслей региона. Классическим примером, подтверждающим этот тренд, служит станкостроение в Ульяновской области. За счет последовательной региональной политики – создания промышленного кластера, налоговых преференций для резидентов, целевой подготовки кадров – там удалось выстроить кооперацию производителей станков с локальными поставщиками литья, металлообработки и электроники. Восемь лет назад продукция ключевых резидентов была импортной на 70–80% [9]. В 2026 году картина изменилась: доля российских деталей превысила 50% и ЧПУ-модель DMC 1035 официально включили в реестр российской промышленной продукции Минпромторга [12, 14]. Данный факт иллюстрирует переход от крупноузловой сборки к производству глубоких переделов. Пространственной и логистической опорой для таких формирующихся кластеров призвана стать новая сеть мультимодальных транспортно-логистических центров в формате «грузовых деревень» (Freight Villages), создание которых заложено в Транспортной стратегии РФ [2]. Они обеспечат необходимую синергию промышленных и складских мощностей вне столичного региона.

Второе, что меняется – как регионы связаны друг с другом. Раньше кооперация строилась по модели «звезды»: периферия поставляла детали в центр, а сложные узлы там же и оставались. Импортозамещение через механизм специальных инвестиционных контрактов (СПИК) заставляет инвестора не просто собирать, а глубоко перерабатывать – и тем самым размывает монополию столицы на сложное производство. К концу 2025 года в обрабатывающей промышленности России действовало уже 87 специальных инвестиционных контрактов, что показывает: глубокая локализация стала массовым требованием для крупнейших инвестпроектов [10].

И ключевым пространственным решением становится то, как распределяется эта локализация по регионам. Государство может стимулировать головное предприятие размещать заказы на комплектующие не только на собственных мощностях, но и на предприятиях соседних субъектов Федерации. Пример такого подхода – Постановление Правительства № 719, в котором требования к «российской» продукции постоянно ужесточаются. Для получения господдержки в автопроме в 2025–2026 гг. автомобилю необходимо набрать не менее 3701 балла (против 2567 баллов в 2024-м) [12]. Чтобы набрать эти баллы, головные заводы вынуждены передавать производство сложных узлов (двигателей, коробок передач, электроники) смежникам. А это, в свою очередь, часто означает вынос производства за пределы столичных агломераций – в том числе на предприятия соседних регионов, где ниже издержки и есть свободные производственные мощности. Таким образом формируется децентрализованная кооперация, где производственные цепочки пространственно распределены, но при этом не замыкаются на единственном мегаполисе. Справедливость данного вывода подтверждается официальными прогнозами: согласно Приложению 5 к Транспортной стратегии РФ [2], ожидается колоссальный прирост высокомаржинальных грузопотоков в направлениях Екатеринбургской, Новосибирской и Ростовской агломераций, что статистически фиксирует макроэкономический тренд на децентрализацию. Это повышает устойчивость системы к локальным сбоям и способствует более равномерному промышленному развитию регионов.

Третье – цепочки поставок значительно сокращаются. Раньше российские производства были встроены в глобальные цепочки, это обозначало высокие логистические издержки и катастрофическую уязвимость. Но импортозамещение меняет ситуацию: замена лучевой логики кольцевой внутри страны сокращает расстояние транспортировки комплектующих. Важно отметить, что физическим драйвером такого «сжатия» логистических плеч становится внутренняя контейнеризация. Если ранее контейнеры обслуживали преимущественно экспортно-импортные операции, то теперь они жизненно необходимы для безопасной перевозки сложных высокотехнологичных комплектующих между смежными регионами. Установка Транспортной стратегии на рост уровня контейнеризации несырьевых грузов с 8,2% до 16–20% является критическим условием для бесперебойной работы новых коротких цепочек [2].

Столь масштабная перестройка пространственной структуры промышленности порождает и серьезный управленческий вызов. Дело в том, что каждая программа импортозамещения в субъекте Федерации разрабатывается, как правило, в логике максимизации выгод для своего региона: привлечь инвестора, создать рабочие места, получить налоговые поступления.

При отсутствии эффективной межрегиональной координации возникают две проблемы. Первая – избыточное дублирование производств в соседних субъектах. Несколько регионов одновременно субсидируют создание идентичных производств в расчете на то, что именно их продукция станет базовой для формирующихся кластеров. В России в 2026 году функционирует более 60 особых экономических зон и около 100 промышленных технопарков [11]. При этом около 60% из них имеют схожую специализацию (машиностроение, ИТ, химия), что создает прямую конкуренцию между регионами за одних и тех же инвесторов. Как справедливо отмечает академик П.Я. Бакланов, существенным недостатком современного кластерного подхода является его описательный характер: зачастую в кластер объединяются объекты без учета реальных технологических связей и баланса мощностей [3]. В результате регионы строят изолированные технопарки, не стремясь к межрегиональной кооперации и формированию полноценных территориально-производственных комплексов. Это в свою очередь порождает вторую проблему – закрепление раздробленности: регионы строят короткие цепочки исключительно внутри своих границ, не стремясь к межрегиональной кооперации.

Ярким примером того, к чему приводит политика масштабного субсидирования без выстраивания межрегиональных связей, служит ретроспективный опыт развития Дальнего Востока. Как показывают исследования [4, 8], несмотря на беспрецедентный объем государственной поддержки и создание преференциальных режимов, макрорегион так и не стал единым экономическим пространством. Инвестиции привели к появлению проектов-анклавов, а не кластеров полного цикла. Масштаб проблемы разорванности производственных цепочек наглядно демонстрирует структура рынков сбыта дальневосточных субъектов (Таблица 1).

Таблица 1

Структура рынков сбыта продукции по отдельным субъектам ДФО (в % к общему объему)

Субъект РФ	Местный рынок (внутри своего региона)	Макрорегиональный рынок (соседние регионы)	Национальный рынок (остальная часть РФ)
Республика Саха (Якутия)	47,9%	2,7%	25,2%
Камчатский край	80,5%	5,6%	2,8%
Амурская область	68,3%	9,8%	17,1%
Магаданская область	74,6%	1,1%	15,9%

Источник: составлено по данным [8, с. 88].

Как видно из таблицы 1, в условиях слабого государственного планирования цепочек добавленной стоимости критическая доля произведенной продукции (до 80%) замыкается строго внутри одного субъекта.

Доля поставок смежникам в соседние регионы (макрорегиональный рынок) ничтожно мала и колеблется в пределах 1–9%. Данные метрики отражают структурный срез начала 2020-х годов (до начала активной фазы перестройки логистики), они наглядно фиксируют высокую инерционность пространственных связей: без прямого государственного вмешательства регионы склонны к изоляции. Перенос подобных ошибок на национальную программу импортозамещения чреват масштабными финансовыми потерями и консервацией технологического отставания.

Эффективное государственное управление пространственной реорганизацией в текущих условиях требует выхода за рамки сугубо регионального планирования. Необходим федеральный координационный механизм, который, с одной стороны, закрепляет приоритетные межрегиональные производственные цепочки (определяя, какой регион специализируется на каких звеньях), а с другой – создаёт стимулы для кооперации. Нормативной базой для такой синхронизации выступает утвержденная в конце 2024 года Стратегия пространственного развития РФ на период до 2030 года. В соответствии с ее положениями, пространственная реорганизация промышленности и логистики должна опираться на единый каркас «опорных населенных пунктов», концентрация ресурсов в которых обеспечит максимальный социально-экономический эффект [1]. Ключевым макроэкономическим инструментом такой синхронизации должен стать транспортно-экономический баланс (ТЭБ), внедряемый Правительством РФ [2]. ТЭБ позволяет математически увязать планы по созданию промышленных мощностей импортозамещения в регионах с реальной пропускной способностью логистической инфраструктуры. Возможным дополнительным инструментом мог бы стать реестр приоритетных межрегиональных кооперационных проектов, участие в котором даёт доступ к дополнительным мерам поддержки. В этом случае конкуренция между регионами из деструктивной превращается в конструктивную: регионы соревнуются не за создание у себя всех звеньев цепочки, а за лучшее исполнение своей специализированной роли в общей пространственной структуре.

Выводы

Проведённый анализ позволяет сформулировать следующие научные результаты и практические выводы. Во-первых, импортозамещение в современных российских условиях выступает не только отраслевой, но и пространственной стратегией. Главный результат импортозамещения в том, что оно перестраивает производственные цепочки на карте России. Меняется то, в каком регионе производят товар, кто поставляет детали соседнему заводу и как далеко эти детали приходится везти.

Во-вторых, выявлены ключевые пространственные эффекты импортозамещения. Первый эффект: исчезает цепочка «импорт – столичная сборка – прилавки». Вместо нее вырастают кластеры полного цикла, где все этапы – от компонента до готового изделия – замыкаются на одной территории. Второй эффект: кооперация перестаёт замыкаться на центре. Государство через СПИК заставляет головные заводы не держать заказы при себе, а отдавать их соседним регионам, формируя сетевую структуру вместо вертикальной. Третий эффект: логистическое плечо сжимается с тысяч километров до сотен. Старая лучевая схема – центр собирает всё, периферия ждет – уступает место кольцевой, где короткие маршруты между производственными узлами надежнее: обрыв одного звена не парализует всю систему.

Главный вызов сейчас – не технологии и не деньги, а координация. Регионы разрабатывают собственные программы импортозамещения, как правило, без учета планов соседних субъектов. Результат – субъекты вкладывают миллиарды в дублирующие производства. Без механизма синхронизации все три эффекта останутся локальными вспышками, а не системной перестройкой. Для преодоления этого вызова необходим федеральный координационный механизм, который трансформирует конкуренцию регионов из деструктивной в конструктивную – соревнование за лучшую специализированную роль в общей пространственной структуре. Формирование межрегиональных линейно-узловых систем производства позволит достичь эффекта эмерджентности, когда интеграция разорванных производств смежных регионов даст больший экономический эффект, чем их изолированное субсидирование.

Практическая значимость результатов заключается в том, что они предоставляют органам государственной власти конкретные ориентиры для корректировки промышленной и региональной политики: поддержка должна оказываться не любым проектам импортозамещения, а тем, которые ведут к формированию кластеров полного цикла, децентрализации кооперации и сжатию логистических плеч. Приоритет получают межрегиональные, а не изолированные региональные проекты.

Таким образом, импортозамещение, будучи грамотно управляемым с учётом пространственного фактора, способно не только решить задачу технологического суверенитета, но и стать инструментом преодоления унаследованной от прошлого гипертрофированной концентрации промышленности в ограниченном числе регионов. Отказ от поддержки изолированных территориальных производств в пользу субсидирования межрегиональных кооперационных цепочек позволит избежать сценария пространственной фрагментации. Пространственная реорганизация производственных цепочек – это окно возможностей для построения более сбалансированной, устойчивой и эффективной территориальной структуры российской экономики.

Литература

1. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года : утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 декабря 2024 г. № 4146-р. – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : [сайт]. – URL: https://spr.economy.gov.ru/ (дата обращения: 05.05.2026)
2. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : утверждена распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р : (ред. от 6.11.2024). – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : [сайт]. – URL: pravo.gov.ru (дата обращения: 18.04.2026).
3. Бакланов П.Я. Пространственные структуры и территориальные системы в региональном развитии. Избранное / отв. ред. А.В. Мошков; Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – Владивосток, 2024. – 464 с.
4. Гулидов Р.В. К вопросу об оценке государственной политики по развитию Дальнего Востока России // Пространственная экономика. 2021. Т. 17. № 4. С. 143–167.
5. Дробот Е.В., Макаров И.Н., Донской Д.А., Шахватова С.А. Государственная пространственная политика и идеология: концептуальная модель пространственного развития России // Креативная экономика. – 2024. – Том 18. – № 12. – С. 3881–3896.
6. Коломак Е.А. Пространственное развитие России в XXI в. // Пространственная экономика. 2019. Т. 15. № 4. С. 85–106.
7. Крюков В.А., Крюков Я.В. Неоиндустриализация – к «новой геометрии» экономических пространственных взаимодействий // Пространственная экономика. – 2024. – Т. 20. – № 3. – С. 7–38.
8. Минакир П.А., Исаев А.Г., Демьяненко А.Н., Прокапало О.М. Экономические макрорегионы: интеграционный феномен или политико-географическая целесообразность? // Пространственная экономика. 2020. Т. 16. № 1. С. 66–99.
9. Симачёв Ю. В., Федюнина А. А., Кузык М. Г. Новые контуры промышленной политики [Текст] : докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», 2022. – 73 с.
10. Министерство экономического развития Российской Федерации. Ключевые итоги 2025 года. Приоритетные задачи на 2026 год : доклад. – Москва, 2026. – URL: https://economy.gov.ru/material/file/download/205fc4117df6629fd7a9c4f4a2ba4aef/itogi_deyatelnosti_za_2025_god_i_zadachi_na_2026_god.pdf (дата обращения: 05.05.2026).
11. Министерство экономического развития Российской Федерации. Особые экономические зоны : [официальный раздел на сайте Минэкономразвития России]. – Москва, 2026. –URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/instrumenty_razvitiya_territoriy/osobye_ekonomicheskie_zony/ (дата обращения: 05.05.2026)
12. О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации : Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719 : (в редакции от 27 марта 2026 г.). – Текст : электронный // Официальный интернет-портал правовой информации : [сайт]. – URL: pravo.gov.ru (дата обращения: 18.04.2026).
13. Промышленное производство : оперативная статистика / Федеральная служба государственной статистики. – Текст : электронный // Росстат : [сайт]. – URL: rosstat.gov.ru (дата обращения: 18.04.2026).
14. Ульяновский станкостроительный завод получил статус продукции российского производства на свой первый станок // Ульяновский станкостроительный завод : [сайт]. – 2026. – 3 марта. – URL: ulsz.ru (дата обращения: 05.05.2026)

Import substitution as a factor of spatial reorganization of production chains

Melnikovskaya A.O., Zakrievskaya V.Il.
St. Petersburg State University of Economics

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the impact of the import substitution policy on the spatial reorganization of production chains amidst the deep structural transformation of the Russian economy. Based on a systemic approach and spatial analysis of empirical data, it is shown that import substitution goes beyond a purely sectoral strategy, radically changing the economic geography of the country. The study identifies three key spatial effects: the formation of new full-cycle industrial clusters, the decentralization of interregional cooperation driven by Special Investment Contracts (SPIC), and a significant compression of logistical shoulders. It is substantiated that the main managerial challenge today is the desynchronization of regional programs, leading to the duplication of production capacities and inefficient competition among Russian regions. To prevent spatial fragmentation of the economy, the implementation of a federal coordination mechanism based on the transport-economic balance is proposed. It is concluded that the primary priority of state support should be stimulating interregional integration projects rather than isolated territorial initiatives, which will allow for building a balanced and sustainable industrial structure.

Keywords: import substitution, spatial reorganization, production chains, interregional cooperation, industrial clusters, logistical shoulders.

References

1. Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2036: approved by the order of the Government of the Russian Federation on December 28, 2024, No. 4146-r. – Text: electronic // Official Internet Portal of Legal Information: [website]. – URL: https://spr.economy.gov.ru/ (accessed: 05.05.2026).
2. Transport Strategy of the Russian Federation up to 2030 with a forecast for the period up to 2035: approved by the order of the Government of the Russian Federation on November 27, 2021, No. 3363-r: (ed. of 06.11.2024). – Text: electronic // Official Internet Portal of Legal Information: [website]. – URL: pravo.gov.ru (accessed: 18.04.2026).
3. Baklanov, P.Ya. (2024). Spatial structures and territorial systems in regional development. Selected works / ed. by A.V. Moshkov; Pacific Institute of Geography FEB RAS. – Vladivostok. – 464 p.
4. Gulidov, R.V. (2021). On the issue of assessing state policy for the development of the Russian Far East. Spatial Economics, 17(4), 143–167.
5. Drobot, E.V., Makarov, I.N., Donskoy, D.A., Shakhvatova, S.A. (2024). State spatial policy and ideology: a conceptual model of spatial development of Russia. Creative Economy, 18(12), 3881–3896.
6. Kolomak, E.A. (2019). Spatial development of Russia in the 21st century. Spatial Economics, 15(4), 85–106.
7. Kryukov, V.A., Kryukov, Ya.V. (2024). Neo-industrialization – towards a "new geometry" of economic spatial interactions. Spatial Economics, 20(3), 7–38.
8. Minakir, P.A., Isaev, A.G., Demyanenko, A.N., Prokapalo, O.M. (2020). Economic macroregions: integration phenomenon or political and geographical expediency? Spatial Economics, 16(1), 66–99.
9. Simachev, Yu.V., Fedyunina, A.A., Kuzyk, M.G. (2022). New contours of industrial policy [Text]: report for the XXIII Yasin (April) International Academic Conference on Economic and Social Development, Moscow, 2022 / National Research University Higher School of Economics. – 73 p.
10. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. (2026). Key results of 2025. Priority tasks for 2026: report. – Moscow. – URL: https://economy.gov.ru/material/file/download/205fc4117df6629fd7a9c4f4a2ba4aef/itogi_deyatelnosti_za_2025_god_i_zadachi_na_2026_god.pdf (accessed: 05.05.2026).
11. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. (2026). Special economic zones: [official section on the website of the Ministry of Economic Development of Russia]. – Moscow. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/instrumenty_razvitiya_territoriy/osobye_ekonomicheskie_zony/ (accessed: 05.05.2026).
12. On the confirmation of the production of industrial products on the territory of the Russian Federation: Decree of the Government of the Russian Federation of July 17, 2015, No. 719: (as amended on March 27, 2026). – Text: electronic // Official Internet Portal of Legal Information: [website]. – URL: pravo.gov.ru (accessed: 18.04.2026).
13. Industrial production: operational statistics / Federal State Statistics Service. – Text: electronic // Rosstat: [website]. – URL: rosstat.gov.ru (accessed: 18.04.2026).
14. Ulyanovsk Machine-Tool Plant received the status of Russian-made products for its first machine tool // Ulyanovsk Machine-Tool Plant: [website]. – 2026. – March 3. – URL: ulsz.ru (accessed: 05.05.2026).

Генезис формирования терминологической платформы инновационной деятельности в парадигме инновационной траектории

Моторина Ирина Юрьевна
канд. экон. наук, докторант инженерно-экономического факультета Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, i.motorina@gkuoa.ru,

Балашова Елена Сергеевна
д-р экон. наук, профессор кафедры инновационной экономики, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, elenabalashova@mail.ru

В статье рассматривается актуальная проблема отсутствия универсальной и четко сформулированной дефиниции понятия «инновационная траектория» в отечественной и зарубежной научной литературе. Цель исследования заключается в концептуализации данного термина на основе анализа существующих подходов, выявлении его ключевых структурных компонентов и формулировании авторского определения, а также в уточнении смыслового соотношения понятий «инновационная траектория» и «инновационная стратегия». В работе использованы сравнительно-сопоставительный анализ, терминологический анализ, структурно-логическое моделирование и контент-анализ более 60 публикаций с 2005 по 2026 гг. Научная новизна заключается в том, что в результате исследования установлено, что траектория выступает операционализацией стратегии во времени. Сформулировано авторское определение, раскрывающее инновационную траекторию как измеримый во времени направленный путь субъекта хозяйствования к поставленным целям. Разработанная дефиниция способствует унификации терминологического аппарата и снижению методологических рисков.
Ключевые слова: инновационная траектория, инновационная стратегия, инновационное развитие, терминологический анализ, операционализация стратегии, управление инновациями, научная дефиниция, траекторное планирование.

Введение

В научной литературе отсутствует универсальная и окончательно сформировавшаяся дефиниция словосочетания «инновационная траектория». Это понятие дается в контексте через сочетание таких терминов, как «инновация», «траектория», а также при рассмотрении вопросов, посвященных инновационной деятельности, инновационной стратегии и траектории инновационного процесса. Выражение «инновационная траектория» встречается главным образом в научно-исследовательских работах, закладываемый в него смысл имеет различные оттенки в соответствии с авторским взглядом, а в нормативных документах содержатся исключительно определения понятий, которые являются ключевыми для регулирования инновационной деятельности.

В научной литературе отсутствует универсальное определение «инновационной траектории». Словосочетание фигурирует в названиях многих конференций, монографий и статей в различных сферах, однако смысл варьируется в зависимости от авторской позиции, термин используется контекстуально, потому полагаем, что наличие единой формулировки данного понятия поспособствует унификации профессиональной коммуникации. В свою очередь, корректное использование понятия «инновационная траектория» создает для ученых-теоретиков условия для развития аналитических инструментов, нацеленных на поиск закономерностей, применение которых позволит повысить эффективность работы специалистов-практиков и в перспективе поможет снизить риски методологической путаницы.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые на основе терминологического и контент-анализа отечественных и зарубежных источников выделены структурные компоненты понятия «инновационная траектория», обосновано ее отличие от «инновационной стратегии» через признак временной измеримости, а также сформулирована универсальная дефиниция.

Материалы и методы

В рамках данного исследования был проведен сравнительно-сопоставительный анализ, терминологический анализ, структурно-логическое моделирование и контент-анализ научных публикаций. Сравнительно-сопоставительный метод обеспечил сопоставление существующих определений. Терминологический анализ позволил выявить смысловые ядра базовых понятий «инновация» и «траектория» в нормативных, научных и лингвистических источниках. Структурно-логическое моделирование применено для визуализации соотношения понятий «стратегия» и «траектория». Контент-анализ более шестидесяти публикаций с 2005 по 2026 гг. позволил систематизировать контексты употребления термина и выявить отсутствие унифицированной дефиниции.

Авторы исследования преследуют следующие цели: проанализировать основные термины, на которых зиждется концептуализация понятия «инновационная траектория», выделяя основные структурные компоненты и характеристики; сформулировать универсальное определение инновационной траектории.

Литературный обзор

Такие словосочетания как «инновационная траектория», «траектория инновационного развития», «траектория инновационного процесса», «траектория стратегического развития» получили достаточно широкое распространение в научных публикациях.

Научные статьи, названия которых содержат словосочетания «инновационная траектория», «траектория инновационного развития» и «инновационная траектория развития», исследуют вопросы в сферах регионального и экономического развития; технологий, инноваций и управления; образования и педагогики; финансов и банковской сферы, а также в социальной сфере.

К исследованиям в первых двух сферах можно отнести такие работы, как «Инновационные траектории стратегического развития многопрофильных промышленных предприятий: баланс устойчивости и экономической безопасности» Лясникова Н.В., Пахомова В.М., Романовой Ю.А., Остальцева А.С.; «Инновационные траектории развития регионов в условиях глобальной экономики» Магомаева Т.Р., Аюбовой Л.С.; «Прогнозирование траекторий инновационного развития регионов Рос-

сии с применением пространственного моделирования и интеллектуального анализа больших данных» Петренко Д.С.; «Моделирование траекторий научно-инновационного развития регионов» Быковой М.Л.; «Российский ипотечный рынок: тенденции, риски и траектории инновационного развития» Травкиной Е.В., Денисенко К.Э.; «Направления перехода на инновационную траекторию развития национальной экономики Узбекистана» Тешабоевой З.Т.; «Реализационные траектории инновационного развития мелиоративного комплекса Северного Кавказа» Дубенка Н.Н., Ольгаренко Г.В., Каблукова О.В.; «Современная траектория инновационного развития России с учётом региональных и социально-экономических аспектов» Минаковой В.Н.; «Инновационная траектория импортозамещения: промышленная модернизация региона в условиях санкционной реальности» Лазаревой Н.В., Маккаевой Р.С.А., Гаджиалиевой Л.А.; «Экономическая безопасность региона в условиях перехода на инновационную траекторию развития на примере Новгородской области» Столбовой А.С., Гришакиной Н.И.; «Управление бюджетом на оплату труда в целях формирования инновационной траектории развития предприятий реального сектора экономики» Кемаевой М.В., Кемаева К.В., Хубуловой В.В.; «Обоснование ключевых элементов комплексного организационно-экономического механизма реализации инновационной траектории развития экономических систем» Дорошенко Ю.А., Малыхиной И.О., Брагинского О.Б.; «Современная траектория инновационного развития с учетом региональных и социально-экономических аспектов» Петрущенко Т.В., Колесниковой А.Ю.; «Инновационные траектории развития возобновляемой энергетики: вызовы, перспективы и стратегии устойчивого будущего» Плотницкого И.О.; «Менеджмент стартапов в сфере малого и среднего предпринимательства и выбор инновационной траектории развития» Абаева А.Л., Большакова С.Н., Христофоровой И.В., Гуриевой М.Т.; «Технологический суверенитет как стратегический приоритет: институциональные методы и инновационные траектории» Будриной Е.В., Тимошиловой П.С.; «Методология построения и измерения инновационных траекторий: инструментарий и его применение» Голиченко О.Г.; «Цифровой маркетинг как инновационная траектория развития предпринимательской деятельности» Колодника Т.Д.; «Социально-инновационная траектория цифровой экономики в новой реальности» Мохова А.И., Максимовой А.В.; «Инновационная траектория выстраивания интерактивных отношений с клиентами целевой аудитории на основе развития цифрового маркетинга» Роздольской И.В., Мозговой Ю.А., Однорал Н.А., «Возможности перехода нефтяной промышленности России на траекторию инновационного развития» Токарева А.Н.

В данных трудах отсутствует формулировка понятия «инновационная траектория», однако из контекста следует, что подразумевается направленное движение к новому и более эффективному.

Отметим, что многие авторы используют именно формулировку «траектория инновационного развития» (Петренко Д.С., Травкина Е.В., Денисенко К.Э., Дубенок Н.Н., Ольгаренко Г.В., Каблуков О.В., Минакова В.Н., Петрущенко Т.В., Колесникова А.Ю., Токарев А.Н.). Багдасарян Н.А. проводит анализ подходов к идентификации понятия «инновационное развитие», рассматривая труды Бузгалина А.В., Колганова А.И., Воейкова М.И., Глазьева С.Ю., Кузык Б.Н., Яковец Ю.В., Батуковой Л.Р., Макарова В., Егоровой А.А., и предлагает свою формулировку: «под инновационным развитием автор предлагает подразумевать системное, стратегическое развитие экономики на основе доминирования закона кооперации с использованием качественного человека, качественного общественного интеллекта с приоритетом гуманизации и экологизации его деятельности» [3, с. 98]. Можно сделать вывод, что те авторы, которые в своих исследованиях применяют термин «траектория инновационного развития», преимущественно делают акцент на развитие, то есть на качественные изменения, цель которых повысить эффективность или получить новый результат (продукт). Таким образом, смысл, который авторы закладывают в словосочетание «траектория инновационного развития», можно признать тождественным значению «инновационной траектории».

Некоторые работы в других сферах, например, «Инновационные траектории профессиональной успешности педагога в системе повышения квалификации» Изотовой К.А., «Финансовая грамотность в системе инновационной траектории образования в вузе» Чухраевой Д.А., «Инновационные траектории развития карьеры для hr-специалиста» Илларионовой Е.С. при использовании словосочетания «инновационной траекторией» фокусируют внимание на индивидуальных маршрутах развития компетенций с использованием современных инструментов и методов. В других научных статьях («Траектория инновационного развития банковской сферы: платформенные инструменты» Заякина П.П., «Инновационная траектория развития таможенных технологий в государствах - членах ЕАЭС (на примере республики Армения)» Григорян Т.В., «Современная инновационная траектория и трансгуманизм» Барановой С.В., Воронцовой Ю.В.) использование термина «инновационная траектория» связано с потребностью акцентировать внимание на применении цифровых технологий.

Во всех указанных выше работах теоретико-методологическое наполнение исследуемого термина остается фрагментарным и контекстуально зависимым, непосредственно определение в них не приводится.

Наиболее плотно к формированию дефиниции понятия «инновационная траектория» подошли в своих работах Зайцев А.А., Александрова А.И., Гусев М.С. и Бабанова Ю.В.:

1. «Траектория инновационного процесса – это последовательность его шагов, каждый из которых задает вектор инноваций, выполняемая с целью получения синергического эффекта за счет более полного использования экономического потенциала предприятия, участвующего в этом процессе» [8, с. 70]. Основным недостатком данного определения является фиксация на декомпозиции инновационных процессов и на процессном характере управления инновациями, в то время как, по мнению авторов, инновационная траектория не ограничивается жизненным циклом проекта и может не ограничиваться одним инновационным процессом.

2. «Траектория стратегического развития национальной экономики – направление движения экономической системы, определяемое совокупностью институциональных, технологических и инфраструктурных факторов, обеспечивающих переход к новому технологическому укладу» [10, с. 93]. Данное определение не может быть принято в качестве универсального, поскольку хотя «переход к новому технологическому укладу» косвенно связан с инновациями, прямая привязка к инновациям и инновационной деятельности отсутствует.

Для целей исследования интерес представляет определение, которое сформулировал в своей статье Шинкевич М.В.: «С позиции устойчивого инновационного развития под перспективной институциональной траекторией следует понимать такое развитие отношений в рамках формирования промежуточных институциональных состояний и институтов в области создания, коммерциализации и рыночного освоения инноваций, целью которых является возникновение положительных экстерналий инноваций, которые не могут быть полностью поглощены в условиях несовершенных типов рыночных структур и кумулятивных инноваций» [22, с. 49], а также определение, которое для своей сферы дал Козаренко О.М.: «Индивидуальная инновационная траектория преподавателя иностранного языка (ИИТПИЯ) – это такая стратегия профессионального развития преподавателя, при которой он открыт для знакомства, апробации и применения в повседневной практике инновационных форм работы, направленных на повышение эффективности его деятельности» [11, с. 112]. Эти работы ценны для применений в своих сферах и отраслях, но при этом они не формируют универсального концептуального ядра, кроме того, в данных подходах отсутствует чёткое разграничение между стратегией и траекторией.

Таким образом, ключевыми, «акцентными», составляющими понятия «инновационная траектория», которое контекстуально представлено в научных трудах, являются направленность и последовательность шагов развития, которое либо связано с применением (освоением) инноваций (инновационных форм), либо в целях создания (реализации) инноваций.

Существующий массив публикаций демонстрирует четыре основных ограничения:

1. Термин используется преимущественно в названиях работ без пояснения дефиниции, что повышает риски методологической путаницы.

2. Понятие определяется контекстуально, конкретное определение не формулируется.

3. Дефиниция понятия дается для узкоспециализированной сферы, учитывает какой-то конкретный аспект инновационной деятельности.

4. Во многих источниках «траектория» и «стратегия» используются как синонимы.

Результаты

Бесспорно, между понятиями «инновационная траектория» и «инновационная стратегия» существует тесная связь. Словосочетания «инновационная стратегия» или «стратегия инновационного развития» нередко встречаются в научной исследованиях. Так, статья Махмудовой М.М. посвящена разработке стратегии инновационного развития предприятия в современных условиях [12, С. 109-116]. Созвучны указанной теме работы Батьковского А.М. и Батьковского М.А. «Формирование инновационных стратегий развития предприятий оборонно-промышленного комплекса» [4], Егоркин С.С. «Влияние факторов внешней и внутренней среды на формирование стратегии инновационного развития предприятий молочной промышленности» [9]. Однако определение рассматриваемых понятий в данных статьях не раскрывается. Сагипова

К.Ж. устанавливает, что «можно определить инновационную стратегию предприятия как инструмент формирования будущего качественно нового (инновационного) потенциала предприятия, с использованием которого оно в состоянии обеспечить достижение поставленных целей» [15, с. 575], а также, что «инновационная стратегия – одно из средств достижения целей предприятия, отличающееся от других средств своей новизной, прежде всего для данного предприятия, отрасли, потребителей» [15, с. 576-577]. По мнению Шмелевой Е.Ю., инновационная стратегия отличается от любых других видов стратегии тем, что «включает принципиально новые управленческие решения» [23, с. 54].

Следовательно, инновационная стратегия – это план достижения целей, предполагающий применение инноваций или их создание.

На основе проведенного анализа встречающихся в научном сообществе определений можно выдвинуть гипотезу о том, что траектория является операционализацией стратегии во времени (переводом стратегии в измеримые временные этапы).

Для того, чтобы подтвердить или опровергнуть эту гипотезу и в конечном итоге сформулировать определение словосочетания «инновационная траектория» необходимо определить значение его составляющих.

В соответствии с Большим толковым словарем русского языка, «инновация» имеет три значения:

1. «Нововведение, новшество» [5].

2. «Комплекс мероприятий, направленных на внедрение в экономику новой техники, технологий, изобретений и т.п.; модернизация» [5].

3. «Новое, более позднее явление в языке» [5].

В научной литературе и нормативных актах преимущественно используется определение «инновации», сформулированное в соответствии с международными рекомендациями в области статистического измерения инновационной деятельности (Руководство Осло 2018 года [1]). В Приказе Росстата от 20.12.2019 №788 «Об утверждении методики расчета показателя «Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций» (Методика) определено, что «инновация – внедренный на рынке новый или усовершенствованный продукт (товар, услуга), значительно отличающийся от продукта, производившегося ранее; внедренный в практику новый или усовершенствованный бизнес-процесс, значительно отличающийся от соответствующего бизнес-процесса, используемого ранее» [14, п. 2.1 Методики].

Антюхова Е.А., Талагаева Д.А., анализируя эволюцию понятия «инновация» и апеллируя к первоисточнику, утверждают следующее: «инновации – это главная задача предпринимателей, суть которой в том, чтобы изменить существующую систему рынков, естественно, таким образом, чтобы извлечь прибыль» [2, с. 282].

По мнению Винокурова В.И., «в отечественной практике инновацию рассматривают как конечный результат (или просто результат) инновационной деятельности <…>, в зарубежной («Руководство Осло») – как деятельность, процесс изменений», и автором научной статьи предлагается такое определение: «инновация (нововведение) – результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо новой или усовершенствованной организационно-экономической формы, обеспечивающей необходимую экономическую и (или) общественную выгоду» [7, С. 7].

Табунов И.В. уточняет, что «инновация, в соответствии с международными стандартами, определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, либо в новом подходе к социальным услугам» [19, с. 58].

Слово «траектория» имеет достаточно широкий спектр сфер употребления, поэтому его определение дано во многих словарях в двух основных значениях – «путь движения» или «линия движения (полета)» [6, 13, 16, 17, 18, 20, 21].

Сопоставив значения составляющих исследуемого термина, можно сформулировать, что упрощенно под инновационной траекторией следует понимать линию (путь) движения, которая для достижения поставленных целей предполагает усовершенствование бизнес-процессов и/или создание нового или улучшенного продукта.

В таком случае также можно подтвердить, что понятие «инновационная стратегия» не тождественно дефиниции «инновационная траектория».

Обсуждение

Ключевым элементом при формировании стратегии является цель, при этом стратегия должна предполагать сценарное планирование, то есть учитывать различные варианты развития событий с учетом приоритетов и ограничений (См. на рисунке). Траектория, в то же время, определяет путь, по которому направленно движется объект для достижения поставленной цели с учетом всех внешних и внутренних факторов. При этом данный путь может быть поделен на отрезки (шаги), определенные во времени, и поэтому является измеримым, позволяя количественно оценить достигнутый прогресс. Постоянное фиксирование полученных результатов на каждом шаге (в контрольной точке) траектории может повлиять на пересмотр стратегии и даже корректировку целей.

Рис. 1 Соотношение стратегии и траектории

В данном случае уточнение о том, что стратегия и траектория являются инновационными, подчеркивает то, что либо целью является разработка, внедрение инноваций, либо в процессе достижения целей предусматривается применение новых бизнес-процессов.

Таким образом, под инновационной траекторией следует понимать измеримый во времени направленный путь (последовательность шагов) движения к поставленным целям, предполагающий создание или внедрение новых или усовершенствованных продуктов, бизнес-процессов или методов управления, который выступает операционализацией инновационной стратегии, учитывающей внутренние и внешние факторы среды, и позволяет количественно фиксировать прогресс инновационных преобразований, что, в свою очередь может сигнализировать о необходимости корректировки стратегических целей.

Заключение

По результатам исследования сформулированы следующие выводы:

1. В отечественной научной литературе отсутствует универсальная дефиниция понятия «инновационная траектория», данный термин используется контекстуально, преимущественно в названиях конференций, монографий и статей, при этом его смысл зависит от предметной области и авторской позиции, что создаёт риски несогласованности в профессиональной коммуникации.

2. На основе проведенного анализа соотношения исследуемого термина и связанного с ним словосочетания «инновационная стратегия», а также базовых понятий «инновация» и «траектория», выявлено, что понятие «инновационная стратегия» не тождественно дефиниции «инновационная траектория». Инновационная траектория обеспечивает перевод инновационной стратегии в измеримые временные этапы

3. Предложено универсальное определение инновационной траектории: измеримый во времени направленный путь (последовательность шагов) движения к поставленным целям, предполагающий создание или внедрение новых или усовершенствованных продуктов, бизнес-процессов или методов управления, который выступает операционализацией инновационной стратегии, учитывающей внутренние и внешние факторы среды, и позволяет количественно фиксировать прогресс инновационных преобразований.

Прогнозирование инновационной траектории позволяет перейти от абстрактных стратегических планов к управляемым и измеримым маршрутам инновационных преобразований, и поэтому понятие «инновационная траектория» является более ценным для специалистов-практиков, поскольку предполагает рассматривать инновационную деятельность с точки зрения оценки результатов в привязке ко времени и этапам маршрута развития.

В дальнейших исследованиях в целях создания научно обоснованного инструментария для планирования, прогнозирования и оценки инновационной деятельности рекомендуется разработать методику коли-

чественной оценки параметров инновационной траектории, включая индикаторы эффективности и рисков, а также провести эмпирическое исследование для проверки применимости предложенного определения в различных отраслях экономики, что поспособствует унификации терминологического аппарата в области управления инновационной деятельностью.

Литература

1. OECD/Eurostat (2018). Руководство Осло 2018: Руководство по сбору, представлению и использованию данных об инновациях. 4-е издание. ОЭСР, Париж/Евростат, Люксембург.
2. Антюхова Е.А., Талагаева Д.А. Инновационная политика в деятельности ОЭСР: историческая реконструкция на неограмшианских основаниях // Научный диалог. – 2023. – Т. 12. – № 10. – С. 265-287.
3. Багдасарян Н.А. «Инновационное развитие»: анализ понятия и уточнение определения // Бюллетень науки и практики. – 2017. – №7 (20). – С. 93-100.
4. Батьковский А.М., Батьковский М.А. Формирование инновационных стратегий развития предприятий оборонно-промышленного комплекса // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 9 (99). – С. 157-161.
5. Большой толковый словарь русского языка: А-Я / Рос. акад. наук, Ин-т лингв. исслед.; сост., гл. ред. канд. филол. наук С. А. Кузнецов. – СПб.: Норинт, 2004. – 1534 с.
6. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Большая Рос. энцикл.; СПб.: Норинт, 1997. – 1456 с.
7. Винокуров В.И. Основные термины и определения в сфере инноваций // Инновации. – 2005. – № 4(81). – С. 6-22.
8. Гусев М.С., Бабанова Ю.В. Экономическая сущность траекторий инновационных процессов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2016. – Т. 10, № 3. – С. 67-72.
9. Егоркин С.С. Влияние факторов внешней и внутренней среды на формирование стратегии инновационного развития предприятий молочной промышленности // Инновационные тенденции развития российской науки. – 2013. – С. 113-114.
10. Зайцев А.А., Александрова А.И. Инновационные процессы в национальной экономике РФ: траектории стратегического развития // Экономика и управление народным хозяйством. – 2022. – № 8(213). – С. 85-95.
11. Козаренко О.М. Индивидуальная инновационная траектория преподавателя иностранного языка // Вестник ТГПУ. – 2019. – № 5(202). – С. 109-116.
12. Махмудова М.М. Разработка стратегии инновационного развития предприятия в современных условиях // Вестник ТГПУ. – 2011. – № 5. – С. 109-116.
13. Ожегов С.И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов; под ред. Л. И. Скворцова. – 26-е изд., испр. и доп. – Москва: Оникс, 2008. – 736 с.
14. Приказ Росстата от 20.12.2019 № 788 «Об утверждении методики расчета показателя «Удельный вес организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций».
15. Сагипова К.Ж. Инновационная стратегия в системе стратегии предприятия // Экономическая безопасность России: вызовы XXI века. – 2016. – С. 574-581.
16. Самойлов, К.И. Морской словарь. Т. 2: О – Я / К. И. Самойлов. – Москва; Ленинград: Военно-морское издательство НКВМФ СССР, 1941. – 720 с.
17. Словарь иностранных слов современного русского языка / сост. Т. В. Егорова. – Москва: Адлант, 2014. – 800 с.
18. Словарь лингвистических терминов: Изд. 5-е, испр-е и дополн. – Назрань: Изд-во "Пилигрим". Т.В. Жеребило. – 2010.
19. Табунов И.В. Инновационный фактор как доминирующий при формировании траектории экономического развития промышленного производства // Социально-экономические науки и гуманитарные исследования. – 2015. – № 5. – С. 57-60.
20. Толковый словарь русского языка: в 4 т. / под ред. Д.Н. Ушакова. – М.: Сов. энцикл.: ОГИЗ, 1935-1940.
21. Физическая энциклопедия: [в 5 т.] / гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Советская энциклопедия (т. 1-2): Большая Российская энциклопедия (т. 3-5), 1988-1998.
22. Шинкевич М.В. Перспективные институциональные траектории устойчивого инновационного развития российских обрабатывающих производств // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2011. – № 2. – С. 48–52.
23. Шмелева Е.Ю. Понятие и значение инновационной стратегии // Научный диалог: Экономика и менеджмент. – 2018. – С. 53-55.

Genesis of the formation of a terminological platform for innovation activities in the paradigm of innovation trajectory

Motorina I.U., Balashova E.S.
Saint-Petersburg Marine Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article addresses the current problem of the absence of a universal and clearly formulated definition of the term "innovation trajectory" in domestic and international scientific literature. The research aims to conceptualize this term by analyzing existing approaches, identifying its key structural components, formulating an original definition, and clarifying the semantic relationship between "innovation trajectory" and "innovation strategy". The research employed comparative analysis, terminological analysis, structural-logical modeling, and content analysis of over 60 publications from 2005 to 2026. The scientific novelty lies in the identification that a trajectory serves as the operationalization of a strategy over time. An original definition is formulated, conceptualizing an innovation trajectory as a measurable, time-bound directed path of an economic entity toward its goals. The proposed definition contributes to the unification of terminological apparatus and reduction of methodological risks.

Keywords: innovation trajectory, innovation strategy, innovation development, terminological analysis, strategy operationalization, innovation management, scientific definition, trajectory planning.

References

1. OECD/Eurostat (2018) Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.
2. Antyukhova, E.A. and Talagayeva, D.A. (2023) 'Innovative policy in the activities of OECD: historical reconstruction on non-gramshian foundations', Scientific Dialogue, 12(10), pp. 265-287.
3. Bagdasaryan, N.A. (2017) 'Innovative development: analysis of the concept and clarification of the definition', Bulletin of Science and Practice, 7(20), pp. 93-100.
4. Batykovskiy, A.M. and Batykovskiy, M.A. (2016) 'Formation of innovative strategies for the development of defense industry enterprises', New Science: Theoretical and Practical Perspective, 9(99), pp. 157-161.
5. Russian Academy of Sciences (2004) Big Thesaurus Dictionary of the Russian Language: A-Y, St. Petersburg: Norint, 1534 pp.
6. Prokhorov, A.M. (1997) Big Encyclopedic Dictionary, 2nd edn, Moscow: Big Russian Encyclopedia; St. Petersburg: Norint, 1456 pp.
7. Vinokurov, V.I. (2005) 'Main terms and definitions in the field of innovations', Innovations, 4(81), pp. 6-22.
8. Gushev, M.S. and Babanova, Y.V. (2016) 'Economic essence of innovation process trajectories', Bulletin of YuUrGU. Series "Economics and Management", 10(3), pp. 67-72.
9. Egorkin, S.S. (2013) 'Influence of external and internal factors on the formation of innovation strategy in the dairy industry enterprises', Innovational Trends in the Development of Russian Science, pp. 113-114.
10. Zaytsev, A.A. and Alexandrova, A.I. (2022) 'Innovation processes in the national economy of the Russian Federation: strategic development trajectories', Economy and Management of National Economy, 8(213), pp. 85-95.
11. Kozarenko, O.M. (2019) 'Individual innovation trajectory of a foreign language teacher', Bulletin of TGPU, 5(202), pp. 109-116.
12. Mahmudova, M.M. (2011) 'Development of innovation strategy for enterprises in modern conditions', Bulletin of TGPU, 5, pp. 109-116.
13. Ozhegov, S.I. (2008) Thesaurus of the Russian Language: Around 100,000 words, terms and phraseological expressions, 26th edn, Moscow: Oniks, 736 pp.
14. Rosstat (2019) Order No. 788 of December 20, 2019 "On Approval of the Methodology for Calculating the Indicator 'Share of Organizations Implementing Technological Innovations in the Total Number of Surveyed Organizations'".
15. Sagipova, K.Zh. (2016) 'Innovation strategy in the enterprise strategy system', Economic Security of Russia: Challenges of the 21st Century, pp. 574-581.
16. Samoylov, K.I. (1941) Marine Dictionary. Vol. 2: O-Y, Moscow; Leningrad: Naval Publishing House of NKVMF USSR, 720 pp.
17. Yegorova, T.V. (2014) Dictionary of Foreign Words of Modern Russian Language, Moscow: Adelant, 800 pp.
18. Zherebilo, T.V. (2010) Dictionary of Linguistic Terms, 5th edn, Nazran: Piligrim Publishing House, 10 pp.
19. Tabunov, I.V. (2015) 'Innovative factor as a dominant in forming the trajectory of economic development of industrial production', Social and Economic Sciences and Humanities Research, 5, pp. 57-60.
20. Ushakov, D.N. (1935-1940) Thesaurus of the Russian Language in 4 Volumes, Vol. 1: A-Kuriny, Moscow: Soviet Encyclopedia; OGIz, 1562 pp.
21. Prokhorov, A.M. (1988-1998) Physical Encyclopedia in 5 Volumes, Moscow: Soviet Encyclopedia (Vols. 1-2); Big Russian Encyclopedia (Vols. 3-5).
22. Shinkovich, M.V. (2011) 'Perspective institutional trajectories of sustainable innovative development of Russian manufacturing enterprises', Intellect. Innovations. Investments, 2, pp. 48-52.
23. Shmeleva, E.Yu. (2018) 'Concept and value of innovation strategy', Scientific Dialogue: Economics and Management, pp. 53-55.

Организационные модели автомобильной промышленности и индустриальный разрыв: траектории трансформации России

Киселев Даниил Витальевич
аспирант, кафедра мировой экономики, СПбГУ, daniil.kiselev.spb@gmail.com,

Навроцкая Наталья Анатольевна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры мировой экономики, СПбГУ, n.navrotskaya@spbu.ru

Цель работы заключается в разработке типологии организационных моделей автомобильной промышленности, выявлении моделей, обладающих наибольшим потенциалом для трансформации российского автопрома, и определении механизмов перехода в условиях индустриального разрыва.
В статье предложена типология, включающая вертикально интегрированную, сетевую, конгломератную, платформенную и экосистемную модели. Анализ организационной логики моделей и институциональных предпосылок их воспроизводства показал, что применительно к российскому автопрому наибольшим потенциалом обладают конгломератная и экосистемная модели, причем экосистемная модель представляется наиболее перспективной в долгосрочном периоде. Интеграция в новые глобальные цепочки стоимости рассматривается как механизм организационной трансформации, который может как способствовать накоплению национальных компетенций, так и закреплять сборочную зависимость. Наиболее вероятной формой такой интеграции в современных условиях является российско-китайское производственное сотрудничество; его результат зависит от глубины локализации, развития поставщиков, накопления инженерных компетенций и расширения технологического контроля российских участников.
Ключевые слова: автомобильная промышленность, организационные модели, глобальные цепочки стоимости, индустриальный разрыв, индустриальный апгрейд, технологический контроль, экосистемная модель.

Введение

За последние десятилетия автомобильная промышленность прошла глубокую технологическую и организационную трансформацию, перейдя от высокой вертикальной интеграции к модульной и сетевой системе, где разработка, производство компонентов и сборка распределены между участниками цепочки создания стоимости. Уже в конце 1980-х годов страны Юго-Восточной Азии выполняли преимущественно сборочные функции в производственных сетях японских компаний [20].

Одновременно изменился характер конкуренции: наряду с масштабом производства ключевое значение приобрели контроль над технологическими платформами, доступ к глобальным цепочкам поставок и участие в индустриальных экосистемах. Барьеры входа в сборку и отдельные рыночные сегменты снизились, тогда как доступ к платформам, ключевым компонентам и программным решениям остается ограниченным.

Цель исследования состоит в разработке типологии организационных моделей автомобильной промышленности, оценке их потенциала применительно к российским условиям и определении механизмов организационной трансформации отрасли. Научный вклад состоит в соединении эмпирически выявленного индустриального разрыва с анализом организационной архитектуры отрасли и разграничении целевых моделей развития и механизмов перехода к ним.

Материалы и методы

Материалами послужили работы по глобальным цепочкам стоимости, индустриальному апгрейду и организации автопроизводства, а также кейсы США, Японии, Южной Кореи, стран Европы и Китая. Их отбор обусловлен различиями в способах координации производства, накопления компетенций и контроля технологического ядра.

Исследование включало систематизацию признаков организационных моделей, сравнительный анализ их институциональной и технологической логики и оценку потенциала для российского автопрома. Использовались сравнительный, структурный и институциональный анализ, типологизация и сценарный подход; критериями стали структура координации, технологический контроль, роль поставщиков, механизмы накопления компетенций, участие государства и потенциал индустриального апгрейда.

Эмпирической отправной точкой служат ранее полученные авторами результаты эконометрической оценки, выполненной методом Difference-in-Differences. После 2022 г. динамика производства легковых автомобилей в России статистически значимо отклонилась от траектории контрольной экономики [2]. Наряду с сокращением выпуска это свидетельствует об изменении условий функционирования отрасли.

Полученные результаты используются как эмпирическая основа анализа организационной трансформации отрасли. Подход глобальных цепочек стоимости позволяет исследовать перераспределение функций между разработкой, производством компонентов и сборкой [4], а парадигма «летящих гусей» – изменение индустриальной позиции страны. Их совместное применение связывает выявленный индустриальный разрыв с изменением организационной архитектуры автомобильной промышленности.

Литературный обзор

Современные исследования рассматривают автомобильную промышленность как глобальную систему распределенного производства, где ведущие фирмы выступают системными интеграторами, а конкурентоспособность определяется позицией в архитектуре отрасли и контролем над ключевыми технологиями. Национальные отрасли могут занимать различные функциональные позиции в глобальной цепочке стоимости – от разработки продукта и ключевых компонентов до производства отдельных узлов и конечной сборки.

Российские авторы также отмечают передачу функций поставщикам и перераспределение ответственности между участниками разных уровней [1, 3]. Однако работ, связывающих количественно выявленный разрыв производственной траектории с изменением организационных моделей, недостаточно. Этот пробел восполняется посредством единой типологии, применяемой к российской трансформации.

В подходе глобальных цепочек стоимости тип управления определяется сложностью транзакций, возможностью кодификации знаний и компетенциями поставщиков [11]. Для автомобильной промышленности

характерно распределение стадий между странами при сохранении координирующей роли ведущих фирм [17, 18]. Поэтому рост выпуска и локализации не гарантирует технологического усложнения, если контроль над ключевыми компонентами остается у внешних участников.

Парадигма «летящих гусей» описывает движение от импорта к локализации и экспорту более сложной продукции [5, 15]. В сочетании с GVC-подходом индустриальный апгрейд понимается не только как расширение производства, но и как изменение роли страны в координации цепочек, удержании технологий и формировании экосистем производства.

Сочетание GVC-подхода и парадигмы «летящих гусей» позволяет анализировать изменение функциональной роли страны и условий индустриального апгрейда, но не систематизирует способы организации промышленности и распределение контроля, ресурсов и компетенций. Для этого предлагается авторская типология организационных моделей.

Результаты

1. Авторская типология организационных моделей автомобильной промышленности

В рамках настоящего исследования предложена авторская типология организационных моделей автомобильной промышленности, в основу которой положены пять аналитических признаков, характеризующих организацию производства и распределение функций между участниками отрасли (степень внутрифирменной интеграции, характер отношений с поставщиками, способ координации ресурсов, роль архитектуры продукта и степень интеграции цифровых и энергетических сервисов):

- *вертикально интегрированная модель* (высокая внутрифирменная интеграция; внутренние подразделения и зависимые поставщики; централизованная иерархическая координация; закрытая интегральная архитектура; цифровые и энергетические сервисы отсутствуют, либо выполняют вспомогательную функцию);

- *сетевая модель* (средняя внутрифирменная интеграция; долгосрочные партнерские и реляционные связи; межфирменная координация; интегрально-модульная архитектура; ограниченная интеграция отдельных цифровых функций);

- *конгломератная модель* (высокая внутрифирменная интеграция внутри диверсифицированной группы; преимущественно внутригрупповые связи; корпоративное перераспределение ресурсов; собственная архитектура; ограниченная, но расширяющаяся интеграция с цифровыми сервисами);

- *платформенная модель* (избирательная внутрифирменная интеграция; модульные поставщики; координация через стандарты, унификацию; модульная платформа выступает ядром модели; цифровые функции интегрируются в продукт, но не определяют всю систему);

- *экосистемная модель* (переменная внутрифирменная интеграция; широкая сеть партнеров; координация ресурсов через данные; цифровая платформенная архитектура с программной координацией функций; цифровые и энергетические сервисы – системообразующий элемент).

Предлагаемая типология носит аналитический характер, она фиксирует различные способы организации производства и координации участников, которые могут сосуществовать и комбинироваться в национальных производственных системах. Исторические периоды формирования моделей, их организационная логика и характерные примеры обобщены далее: *вертикально интегрированное массовое производство* (1900-1960; Ford, General Motors), *сети поставщиков и реляционная координация* (1950-1990; Toyota, Honda), *конгломератная индустриализация* (1960-2000; Hyundai Motor Group), *платформенные архитектуры и модульное производство* (1990-2010; Volkswagen Group), *цифровые и технологические экосистемы* (2010-н.в.; Tesla, BYD, Xiaomi).

Аналитические признаки не являются взаимоисключающими: в деятельности конкретной компании или в структуре национальной отрасли могут одновременно сочетаться элементы нескольких моделей. Вместе с тем преобладающая комбинация признаков позволяет определить доминирующую организационную логику и использовать типологию для анализа структуры национальных автомобильных систем. Сами модели не являются строго последовательными стадиями, комбинируясь в зависимости от институциональной среды, технологического уклада.

Оценка применимости организационных моделей к российским условиям должна учитывать не только их организационную архитектуру, но и экономические предпосылки воспроизводства. Сочетание этих факторов определяет возможность реализации модели в национальной отрасли.

2. Реализация организационных моделей в национальных автомобильных системах

Вертикально интегрированная модель автопрома

Вертикально интегрированная модель основана на концентрации основных стадий производственного процесса внутри одной компании – от разработки автомобиля до производства значительной части компонентов и окончательной сборки. Это обеспечивало контроль над технологическим процессом и эффект масштаба массового производства.

Модель сформировалась в первой половине XX века, характерным примером стали Ford Motor Company и General Motors, производившие значительную часть компонентов внутри корпоративной структуры [8, 9]. Стандартизация продукции и конвейерные технологии сформировали систему массового производства и обеспечили лидерство американского автопрома [16]. По мере усложнения автомобилей вертикальная интеграция сокращалась, сохраняясь лишь в сегментах ключевых технологий.

Сетевая модель координации производства

Сетевая модель автомобильной промышленности основана на устойчивой координации между ведущим производителем и кругом специализированных поставщиков, вовлеченных в совместное развитие технологических решений. Классическим примером является японская автомобильная промышленность, где сформировались устойчивые сети поставщиков вокруг ведущих производителей, прежде всего – Toyota, Honda. Эти компании выполняют функцию системных интеграторов, координирующих деятельность поставщиков различных уровней.

Исследования отношений между производителями и поставщиками показывают, что японская система отличается высокой степенью кооперации и обмена знаниями. Долгосрочные отношения между компаниями создают условия для совместного накопления производственных компетенций и постоянного совершенствования технологических процессов, система предполагает более высокий уровень доверия [10, 13]. В глобальных цепочках стоимости ведущие фирмы все чаще координируют крупных поставщиков и распределенные производственные сети. В рамках сетевой модели сформировалась концепция бережливого производства (lean production); включение дистрибуции в сеть также позволяет снижать издержки за счет согласованного планирования [19].

Конгломератная модель индустриализации

Конгломератная модель автомобильной промышленности основана на развитии отрасли внутри крупных диверсифицированных промышленных групп, объединяющих предприятия различных секторов экономики. В конгломератной структуре ключевые ресурсы распределены между несколькими взаимосвязанными фирмами, участниками промышленной группы. Такая организация позволяет аккумулировать ресурсы внутри корпоративной системы и направлять их на развитие стратегически важных отраслей. Наиболее яркий пример – южнокорейские группы, в которых автомобильные компании развивались совместно с металлургическими, судостроительными и другими предприятиями, накапливая компетенции.

Hyundai Motor Group первоначально использовала зарубежные технологии по лицензии, но постепенно создала собственную инженерную базу и систему разработки автомобилей. Межотраслевое взаимодействие и активная промышленная политика позволили перейти от заимствования к собственным разработкам [14] и занять устойчивые позиции на мировом рынке. В теории догоняющего развития эта модель рассматривается как механизм поздней индустриализации [6]. В то же время воспроизводимость данной модели зависит от институциональной среды и структуры экономики.

Платформенная модель организации автомобильной промышленности

Платформенная модель автомобильной промышленности основана на использовании унифицированных технологических архитектур, позволяющих производить широкий спектр автомобилей на базе общей инженерной платформы. Она акцентирует внимание на архитектуре продукта и стандартизации технологических решений.

Платформа в автомобильной промышленности представляет собой совокупность базовых инженерных решений, на основе которых могут разрабатываться различные модели автомобилей. Использование унифицированных платформ позволяет значительно сократить издержки разработки, ускорить вывод новых моделей на рынок и повысить гибкость производственных систем. Характерными примерами платформенной организации производства являются Volkswagen и Toyota, при этом в случае японских компаний платформенная архитектура сочетается с сетевой организацией производственных отношений.

В рамках теории индустриальной организации платформенная модель часто рассматривается как проявление модульной архитектуры продукта, при которой отдельные компоненты системы могут разрабатываться и производиться независимо, но при этом сохраняют совместимость в рамках общей технологической структуры [7]. Это создает условия для более широкого участия специализированных компаний в производстве компонентов и усиливает роль системных интеграторов.

Экосистемная модель автомобильной промышленности

Экосистемная модель автомобильной промышленности связана с переходом отрасли к новой технологической архитектуре, в которой автомобиль рассматривается как элемент более широкой цифровой и энергетической инфраструктуры. Ключевым фактором конкурентоспособности становится способность компаний интегрировать автомобильные технологии с программным обеспечением, а ключевыми участниками отрасли становятся технологические компании.

Одним из наиболее известных примеров подобной трансформации является компания Tesla, которая рассматривает автомобиль как элемент программно-аппаратной платформы. Автомобиль становится частью более широкой технологической экосистемы, включающей программное обеспечение, облачные сервисы и энергетическую инфраструктуру. Схожая логика прослеживается и в стратегиях ряда китайских компаний, активно развивающих сегмент электрического транспорта, таких как BYD, Xiaomi.

Исследования развития электрического транспорта показывают, что именно формирование технологических экосистем стало одним из ключевых факторов роста китайской автомобильной промышленности в последние годы. Контроль над производством аккумуляторов, развитие цифровых платформ и активная государственная поддержка инновационных отраслей позволили сформировать новые сегменты глобальной цепочки создания стоимости в автомобильной промышленности [12, 21].

Сопоставление рассмотренных моделей выявляет существенные различия в их применимости к современным российским условиям. Вертикально интегрированная модель предполагает концентрацию полного производственного цикла и технологического контроля внутри ведущей компании, для чего российский автопром в настоящее время не располагает достаточной компонентной и инженерной базой. Сетевая модель опирается на зрелую многоуровневую систему специализированных поставщиков и устойчивые механизмы межфирменного обмена знаниями, формирование которых требует длительного институционального развития. Платформенная модель предъявляет наиболее высокие требования не только к технологическим компетенциям, но и к масштабу производства. Поэтому непосредственное воспроизводство этих трех моделей в целостном виде ограничено. Более высокий потенциал имеют конгломератная модель, соответствующая российской концентрации ресурсов в крупных диверсифицированных структурах, и экосистемная модель, позволяющая объединять производственные, цифровые, энергетические и сервисные компетенции. При этом речь идет не о механическом заимствовании зарубежного опыта, а об использовании организационных принципов с учетом российских институциональных и экономических условий.

Обсуждение

Конгломератная и экосистемная модели формируют два взаимосвязанных варианта построения национального технологического ядра: через концентрацию ресурсов крупных промышленных групп или через объединение производственных, цифровых, энергетических и сервисных решений. Ни одна из них, однако, не может быть сформирована исключительно за счет внутренних ресурсов.

Конгломератная модель как направление организационной трансформации

Российская экономика располагает крупными корпоративными структурами и ресурсами, которые потенциально могут быть объединены вокруг автомобильных проектов. Однако их межотраслевая технологическая интеграция уступает той, которая сложилась в южнокорейских чеболях, а возросшая сложность современного автомобиля требует координации не только материальных производств, но и электроники, программного обеспечения и данных. Поэтому реализация конгломератной модели требует долгосрочной промышленной политики и устойчивого механизма межотраслевой координации.

Экосистемная модель как наиболее перспективное направление

Экосистемная модель представляется наиболее перспективным направлением организационной трансформации российского автопрома. Ее преимущество состоит в том, что она не требует воспроизведения полного набора традиционных автомобильных компетенций внутри одной компании, а допускает объединение участников вокруг общей цифровой платформы. Наличие в России сильного IT-сектора, инженерных кадров, цифровых платформ и отдельных проектов на стыке транспорта, программного обеспечения и энергетики создает предпосылки для такой конфигурации.

Вместе с тем экосистемная модель требует развития компонентной базы, аккумуляторных технологий, силовой электроники, производственных поставщиков и механизмов долгосрочного финансирования, поэтому наиболее реалистичным является не автономное создание замкнутой экосистемы, а постепенное формирование национального технологического ядра при использовании внешней кооперации для восполнения компетенций.

Таким образом, применительно к российскому автопрому можно выделить две стратегические линии развития. Первая ориентирована на формирование национального технологического ядра с использованием конгломератных и экосистемных принципов организации. Вторая связана с включением в международные производственные сети. Эти линии не являются взаимоисключающими; принципиальное различие определяется тем, приводит ли интеграция к расширению функций российских участников или закрепляет их в роли рынка сбыта и сборочной площадки.

Интеграция в глобальные цепочки стоимости как механизм организационной трансформации

Участие в глобальных цепочках стоимости обеспечивает доступ к рынкам, технологиям и производственным сетям, но само по себе не определяет будущую организационную модель отрасли. Возможны три результата. Первый – зависимая сборочная специализация при сохранении внешнего контроля над платформой и ключевыми компонентами. Второй – интеграция, ориентированная на индустриальный апгрейд. Третий – смешанная конфигурация, при которой собственное технологическое ядро формируется в отдельных сегментах, а в других сохраняется использование зарубежных платформ и компонентов. Следовательно, ключевой является функциональная роль российских участников и динамика ее изменения.

Для России внешняя кооперация может дополнять как конгломератное, так и экосистемное направление. В первом случае она используется для локализации компонентов, загрузки мощностей и развития межотраслевой производственной базы; во втором – для доступа к аккумуляторным технологиям, силовой электронике, программным решениям и платформам при одновременном формировании собственных цифровых и инженерных компетенций. Наиболее реалистичным представляется сочетание этих процессов: развитие национальных компетенций в приоритетных узлах при сохранении международной кооперации там, где автономное воспроизводство экономически или технологически нецелесообразно.

Российско-китайская конфигурация как наиболее вероятная форма интеграции

После 2022 года российско-китайское взаимодействие стало наиболее масштабной формой включения российского автопрома в новые международные производственные сети. Россия одновременно выступает рынком сбыта, площадкой для сборки автомобилей и потенциальной базой локализации отдельных компонентов, что близко к зависимой интеграции.

Вместе с тем российско-китайское сотрудничество может стать механизмом индустриального апгрейда, если оно будет связано не только с расширением сборки, но и с последовательной локализацией компонентов, совместной разработкой узлов. При отсутствии таких условий закрепляется зависимая сборочная специализация. Возможна и смешанная конфигурация: российские компетенции развиваются в отдельных компонентах, а базовые платформы и ряд критических технологий остаются внешними.

Варианты развития российско-китайской конфигурации представлены далее, главное отличие – функциональная роль российских участников. В *фактической конфигурации* Россия представляет собой рынок сбыта и площадку крупноузловой или промышленной сборки, занимая нижние звенья цепочки; используются внешние платформы и решения, сеть локальных поставщиков слабая, а конкурентоспособность основана на доступе к рынку и снижении издержек; это несет в себе риск закрепления внешней технологической зависимости и сборочной специализации. В *конфигурации, ориентированной на индустриальный апгрейд* Россия должна стать индустриальным партнером, принимающим модульное участие с последующим расширением компетенций; должна расширяться сеть поставщиков, необходима совместная разработка и локализация/адаптация. К *предпосылкам и возможному результату* следует отнести относительно крупный внутренний рынок, действующие мощности с возможностью расширения их функционала; формирование нишевых компетенций и переход к более сложному функционалу; наличие кадров и компетенций IT с потенциалом интеграции цифровых сервисов. Результатом должно стать сочетание собственного технологического ядра с международной производственной кооперацией.

Сравнение выше сопоставляет фактическую конфигурацию российско-китайского взаимодействия с вариантом, ориентированным на индустриальный апгрейд, и показывает предпосылки смешанного результата. Переход к более сложной функциональной роли предполагает развитие

российских поставщиков, участие в инженерной адаптации и совместной разработке, а также расширение контроля над отдельными технологическими узлами. При этом сохранение международной кооперации совместимо с ростом национальных компетенций, при последовательном накоплении.

Заключение

Разработана типология пяти организационных моделей автомобильной промышленности – вертикально интегрированной, сетевой, конгломератной, платформенной и экосистемной – по степени внутрифирменной интеграции, отношениям с поставщиками, координации ресурсов, архитектуре продукта и роли цифровых и энергетических сервисов.

Кейс-анализ показал, что устойчивость отрасли определяется не только объемом выпуска, но и контролем технологического ядра, координацией поставщиков и накоплением инженерных компетенций. Целостное воспроизводство вертикально интегрированной, сетевой и платформенной моделей в России ограничено, тогда как конгломератная и экосистемная модели допускают концентрацию имеющихся ресурсов и использование российских цифровых и сервисных компетенций.

Конгломератная модель требует устойчивой межотраслевой координации и долгосрочной промышленной политики. Более перспективная экосистемная модель объединяет производство с программным обеспечением, цифровыми платформами, энергетическими и сервисными решениями, но также требует развития компонентной базы и национального технологического ядра. Поэтому реалистично сочетание внутреннего накопления компетенций с внешней кооперацией.

Интеграция в глобальные цепочки стоимости рассматривается как механизм организационной трансформации автомобильной промышленности. Наиболее вероятной формой его реализации является российско-китайское сотрудничество, которое может привести как к закреплению сборочной специализации, так и к индустриальному апгрейду, формированию смешанной конфигурации, сочетающей развитие отдельных национальных компетенций с использованием зарубежных платформ.

Организационно-структурная интерпретация индустриального разрыва показывает, что восстановление выпуска недостаточно: необходимо расширение функций российских участников, развитие поставщиков, инженерных компетенций и технологического контроля. Ограничение исследования связано с его концептуально-типологическим характером; дальнейшая работа может быть направлена на разработку индикаторов организационной трансформации, измерение локализации и технологического контроля и анализ российских предприятий, сотрудничающих с китайскими производителями.

Литература

1. Волгина, Н. А. Особенности глобальных цепочек стоимости в автомобильной промышленности / Н. А. Волгина, С. С. Возмилова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2015. – № 2.
2. Киселев, Д. В. Индустриальный разрыв российской автомобильной промышленности после 2022 года: эмпирическая оценка в рамках парадигмы «летящих гусей» / Д. В. Киселев, Н. А. Навроцкая // Экономическое развитие России. – 2026. – №3.
3. Рачков, С. А. Трансформация глобальной цепочки добавленной стоимости в автомобильной промышленности / С. А. Рачков // Вестник Евразийской науки. – 2022. – Т. 14. – № 2.
4. Шатунов, М. В. Пространственная организация глобальных цепочек добавленной стоимости в секторе оптического и электронного оборудования / М. В. Шатунов, Н. А. Навроцкая // Пространственная экономика. – 2024. – Том 20. – № 4. – С. 108-134.
5. Akamatsu, K. A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries / K. Akamatsu // The Developing Economies. – 1962. – Volume 1, Issue s1. – P. 3-25.
6. Amsden, A. Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization / A. Amsden // Oxford University Press. – 1989.
7. Baldwin, C. Design Rules, Volume 1: The Power of Modularity / C. Baldwin, K. Clark // MIT Press. – 2000.
8. Chandler, A. Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise / A. Chandler // MIT Press. – 1962.
9. Chandler, A. The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business / A. Chandler // Harvard University Press. – 1977.
10. Dyer, J. Creating and Managing A High-Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case / J. Dyer, K. Nobeoka // Strategic Management Journal. – 2000. – 21(3).
11. Gereffi, G. The Governance of Global Value Chains / G. Gereffi, J. Humphrey, T. Sturgeon // Review of International Political Economy. – 2005. – 12(1). – P. 78-104.
12. Gong, H. The rise of China's new energy vehicle lithium-ion battery industry: The coevolution of battery technological innovation systems and policies / H. Gong, T. Hansen // Environmental Innovation and Societal Transitions. – 2023. – Volume 46.
13. Helper, S. Supplier Relations in Japan and the United States: Are They Converging? / S. Helper, M. Sako // Sloan Management Review. – 1995. – Vol. 36, No. 3.
14. Kim, L. Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor / L. Kim // Organization Science. – 1998. – Vol. 9, No. 4.
15. Ozawa, T. The (Japan-Born) "Flying-Geese" Theory of Economic Development Revisited--and Reformulated from a Structuralist Perspective / T. Ozawa // Columbia Business School. – Working Paper Series. – 2010. – No. 291. – 43 p.
16. Raff, D. Wage Determination Theory and the Five-Dollar Day at Ford / D. Raff // The Journal of Economic History. – 1988. – Vol. 48, issue 2.
17. Sturgeon, T. Global value chains in the automotive industry: an enhanced role for developing countries? / T. Sturgeon, J. Van Biesebroeck // International Journal of Technological Learning, Innovation and Development. – 2011. – Vol. 4, Nos. 1/2/3.
18. Sturgeon, T. Value Chains, Networks and Clusters: Reframing the Global Automotive Industry / T. Sturgeon, J. Van Biesebroeck, G. Gereffi // Journal of Economic Geography. – 2008. – 8(3).
19. Womack, J. The Machine That Changed the World / J. Womack, D. Jones, D. Roos // Simon and Schuster. – 2007.
20. Yoshihara, K. The Rise of Ersatz Capitalism in South East Asia / K. Yoshihara // Oxford University Press. – 1988. – 297 p.
21. Zhao, W. Manufacturing Competency from Local Clusters: Roots of the Competitive Advantage of the Chinese Electric Vehicle Battery Industry / W. Zhao, B. Luethje // World Electric Vehicle Journal. – 2025. – 16(6).

Organizational models of the automotive industry and the industrial gap: Russia's transformation trajectories

Kiselev D.V., Navrotskaia N.A.

SPbU

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The purpose of this study is to develop a typology of organizational models in the automotive industry, identify those with the greatest potential for transforming the Russian automotive industry, and define mechanisms for transition in the face of industrial disruption.

A typology is proposed that includes vertically integrated, network, conglomerate, platform, and ecosystem models. An analysis of the organizational logic of these models and the institutional prerequisites for their reproduction revealed that, for the Russian automotive industry, the conglomerate and ecosystem models have the greatest potential, with the ecosystem model appearing more promising in the long term. Integration into new global value chains is viewed as a mechanism for organizational transformation that can both facilitate the accumulation of national competencies and entrench assembly dependence. The most likely form of such integration in the current context is Russian-Chinese manufacturing cooperation; its outcome depends on the depth of localization, supplier development, the accumulation of engineering competencies, and the expansion of technological control by Russian participants.

Keywords: Automotive industry, organizational models, global value chains, industrial gap, industrial upgrade, technological control, ecosystem model.

References

1. Volgina, N. A. Global value chains in the automotive industry: modern trends / N. A. Volgina, S. S. Vozmilova // RUDN Journal of Economics. – 2015. – № 2.
2. Kiselev, D. V. Industrial gap in the Russian automotive industry after 2022: an empirical assessment within the flying geese paradigm / D. V. Kiselev, N. A. Navrotskaia // Economic development of Russia. – 2026. – №3.
3. Rachkov, S. A. Transformation of global value chain in automotive industry / S. A. Rachkov // The Eurasian Scientific Journal. – 2022. – 14(2).
4. Shatunov, M. V. Spatial Organization of Global Value Chains in the Optical and Electronic Equipment Industry / M. V. Shatunov, N. A. Navrotskaya // Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics. – 2024. – Vol 20. – No. 4. – Pp. 108-134.
5. Akamatsu, K. A Historical Pattern of Economic Growth in Developing Countries / K. Akamatsu // The Developing Economies. – 1962. – Volume 1, Issue s1. – P. 3-25.
6. Amsden, A. Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization / A. Amsden // Oxford University Press. – 1989.
7. Baldwin, C. Design Rules, Volume 1: The Power of Modularity / C. Baldwin, K. Clark // MIT Press. – 2000.
8. Chandler, A. Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise / A. Chandler // MIT Press. – 1962.
9. Chandler, A. The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business / A. Chandler // Harvard University Press. – 1977.
10. Dyer, J. Creating and Managing A High-Performance Knowledge-Sharing Network: The Toyota Case / J. Dyer, K. Nobeoka // Strategic Management Journal. – 2000. – 21(3).
11. Gereffi, G. The Governance of Global Value Chains / G. Gereffi, J. Humphrey, T. Sturgeon // Review of International Political Economy. – 2005. – 12(1). – P. 78-104.
12. Gong, H. The rise of China's new energy vehicle lithium-ion battery industry: The coevolution of battery technological innovation systems and policies / H. Gong, T. Hansen // Environmental Innovation and Societal Transitions. – 2023. – Volume 46.
13. Helper, S. Supplier Relations in Japan and the United States: Are They Converging? / S. Helper, M. Sako // Sloan Management Review. – 1995. – Vol. 36, No. 3.

Актуальные вопросы и особенности демографических процессов в Калининградской области

Найденов Игорь Витальевич
доктор экономических наук, профессор, ООО «М2М ГРУП», naydenovigor@yandex.ru,

Маркевич Анжела Леонидовна
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Калининградский государственный технический университет, markevichal@rambler.ru

Данное исследование посвящено анализу преобразований в области демографического развития на уровне эксклавного Калининградского региона, который, в отличии от других регионов России, обладает рядом особенностей в силу его географического и территориального расположения. Регион, как субъект Российской федерации, рассматривается как открытая социально – экономическая система со своей совокупностью действующих внешних и внутренних факторов. В статье используются демографические показатели численности населения, естественного движения населения, миграционного прироста Калининградской области из разных источников статистических данных за 2022-2025 гг. В статье рассматривается влияние на демографическую динамику региона совокупности соответствующих факторов: расширение миграционных процессов, обесценивание или усиление семейных традиций и противоречий, уровень оплаты труда, помощь молодым семьям, а также урбанизация и естественная убыль населения.
Ключевые слова: Калининградская область, региональная экономика, численность населения, факторы регионального развития.

Введение

В настоящее время, согласно статье 35 «Оценка эффективности деятельности исполнительных органов субъекта Российской Федерации», Федерального закона от 21 декабря 2021 г. N 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации», Президент Российской Федерации утверждает Перечень показателей для оценки эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации. 28 ноября 2024 года подписан Указ Президента Российской Федерации «Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности исполнительных органов субъектов Российской Федерации» [10] согласно которому соответствующий Перечень включает 21 показатель. В указанный перечень показателей входят основные показатели демографии населения соответствующего региона или субъекта РФ: численность населения субъекта, суммарный коэффициент рождаемости, ожидаемая продолжительность жизни при рождении.

В данной статье основное внимание уделено особенностям динамики численности населения области. Численность населения Калининградской области в составе Северо-западного Федерального округа РФ по данным на 01.01. 2025 г. составляет 1 032 904 человек [13]. Представлена методическая последовательность исследования, на основе соответствующих теоретических разработках российских ученых, изучающих социально-экономические и демографические процессы в России и их территориальные особенности. Для анализа использованы данные, опубликованные Росстатом и Калининградстатом, несомненно, что кроме этих методов исследования важны все возможные инструменты изучения региональной ситуации, направленные на получение соответствующих выводов и конечных положительных, экономических, социальных результатов и предложений.

1. Методические предпосылки исследования

Развитие демографических процессов в Калининградской области авторами подробно рассматриваются с момента ее образования и до настоящего времени. «Приезжают доживать…» так начинается статья в МК в Калининграде, в которой отмечается что «…прирост населения с каждым годом стремится к нулю» [11].

Федоров Г.М., Кузнецова Т.Ю. подробно рассмотрели ход демографических процессов в Калининградской области с момента ее образования до начала 2023 г.: «Калининградская область в геодемографическом отношении изучена довольно хорошо. За период с появления в 1970-х гг. первых публикаций на эту тему, касающихся самого западного региона страны, в расселении, факторах его развития и подходах к изучению появилось много нового. Это объясняется тем, что, во-первых, в процессе урбанизации усилились такие компоненты, как ускоренное формирование агломераций и субурбанизация.» [8, с.19].

Зотова М. В., Зиновьев А. С. изложили сопряженный анализ условий жизни и субъективного благополучия населения Калининградской области, характеризующихся усилением роли границы как разделительного маркера на фоне еще недавно интенсивных трансграничных взаимодействий [2]. В этой связи необходимо отметить, что уже проведенные соответствующие исследования позволяют судить о мерах совершенствования пространственно-временной организации расселения области [8].

Вопрос решения демографических и социальных проблем является актуальным для региона. В области фиксируется постоянная отрицательна динамика по соотношению рождаемости и смертности населения. Кроме того, необходимо обратить внимание на соответствие или возможное несоответствие квалификационного и возрастного состава населения приоритетам развития, практическое отсутствие мигрантов в регионе. Значительной социально-экономической проблемой является уровень урбанизации населения. Около 3/4 населения области проживает в городах. Этот факт способствует сокращению трудоспособного сельского населения и оттоку трудовых ресурсов из сельского хозяйства. Количество жителей региона с денежными доходами ниже границы бедности (величины прожиточного минимума) составляет более 8% [12]. Это может способствовать формированию соответствующих социальных проблем и поводом для развития теневой экономики.

Вопрос улучшения демографического положения в России сегодня стал одним из самых актуальных среди российских чиновников. Особенно остро он стоит вдали от больших городов. То есть речь идет о малых городских образованиях и селах. Мегаполисы, как правило, более

высоко организованы по уровню медицины, созданию и организации производства товаров и услуг, образовательной среды, миграционной привлекательности [1]. К основным угрозам в сфере демографии относят депопуляцию (сокращение численности населения), старение населения, неконтролируемые миграционные процессы и деградацию института семьи. Эти угрозы отрицательно влияют на функционирование демографической сферы, противоречат национальным и региональным целям демографического развития, нарушают целостность, независимость и суверенитет государства [6].

Депопуляция — устойчивая естественная убыль населения, при которой родившихся существенно меньше числа умерших. Некоторые результаты:

1. Экономические — сокращение трудового персонала и работников, которые могут быть вовлечены в производство, замедление экономического роста страны.

2. Социальные — рост демографической нагрузки, уменьшение доли трудоспособного населения и рост доли граждан старшего возраста. Это оказывает давление на социальные системы, включая пенсионное обеспечение и здравоохранение.

3. Угроза национальной безопасности — например, в России депопуляция может привести к нехватке молодёжи на рынке труда.

Неконтролируемый приток мигрантов (нелегальная миграция) может спровоцировать увеличение количества этносоциальных конфликтов, рост этнической и экстремистской преступности. Нелегальная миграция может содействовать разрастанию масштабов теневой экономики. В этой негативной ситуации на рынке труда может происходить вытеснению работников из числа местных жителей. Однако, как внешняя, так и внутренняя миграция в условиях при неблагополучной демографической ситуации в регионе может компенсировать дефицит трудовых ресурсов. При этом важно обеспечить управляемость миграционных процессов [9].

Кризис семьи как социального института может привести к снижению рождаемости и, как следствие, к депопуляции. Некоторые проявления:

1. Низкая рождаемость — например, в малодетных странах всё меньше семейного населения и всё больше людей, не состоящих в легитимном браке и не имеющих хотя бы двух детей.

2. Рост внебрачной рождаемости — это демонстрирует кризис семьи, ослабление и размывание социокультурных норм.

3. Размывание системы поведенческих норм в сфере брака и семьи, представлений о содержании семейных ролей.

2. Динамика численности населения и внутриобластное демографическое развитие

Численность населения Калининградской области по данным за 2025 год составила 1032994 человек (см. таблицу 1). В соответствии со статистическими данными сельское население составляет 23,6%. Определенную роль в изменениях численности сельского населения играло преобразование сельских населенных пунктов в городские и, наоборот городских населенных пунктов в сельские.

Таблица 1
Численность населения (на начало года, человек)

	2023	2024	2025
Все население	1032343	1033014	1032904
в том числе городское	790930	791229	789250
сельское	241413	242685	243654
Прирост населения за год, %	0,13	0,15	-0,10

Источник: [4, с.23]

В соответствии с историческими данными источником роста численности населения области сначала было переселение из различных частей СССР. Со второй половины 50-х гг. до начала 90-х гг. рост населения в регионе характеризовался положительном коэффициентом рождаемости и естественного прироста населения. Статистические данные начала 90-х., отмечают снижение уровня рождаемости на фоне повышения смертности. Миграционным потоком перекрывается возникшая естественная убыль населения.

Анализ динамики общих и суммарных коэффициентов рождаемости в Калининградской области и РФ позволяет исследователям утверждать, что переход к суженному воспроизводству населения в регионе, как и по всей стране, начался еще в конце 1960-х годов. В кризисный период 1990-х показатели рождаемости резко упали. Экономическая стабилизация и введение материнского капитала позволили к 2015 году поднять суммарный коэффициент рождаемости до 1,75.

Исследователи по Калининградской области, называют регион сравнительно крупным и развитым регионом России. Международная обстановка изменилась, но население калининградской жемчужины из года в год продолжает оставаться под «условным» давлением превосходства показателей по смертности населения над статистикой рождаемости (см. таблицу 2).

Таблица 2
Естественное движение населения (человек)

	2022	2023	2024
Все население			
Родилось	8177	7558	7562
Умерло	13054	12214	13096
Естественный прирост, убыль (-)	-4877	-4656	-5534
Умершие в возрасте до 1 года	45	26	30
Городское население			
Родилось	6362	5818	5852
Умерло	10319	9646	10400
Естественный прирост, убыль (-)	-3957	-3828	-4548
Умершие в возрасте до 1 года	39	25	19
Сельское население			
Родилось	1815	1740	1710
Умерло	2735	2568	2696
Естественный прирост, убыль (-)	-920	-828	-986
Умершие в возрасте до 1 года	6	1	11

Источник: [8]

Различные исследователи и авторы научных статей выделяют значительный комплекс соответствующих причин:

1. Естественная убыль населения

2. Снижение миграционного притока

3. Высокие цены на товары и услуги, ограниченные возможности трудоустройства, низкие зарплаты по сравнению с «большой Россией» и высокая стоимость жилья.

4. Затруднение приграничного перемещения (ранее привлекавшего жителей), что снизило интерес к региону как к «бытовому мосту» с Европой.

5. Отток населения из восточных районов в Калининград и Гурьевск, а также из самого региона в другие субъекты РФ (Москва, Санкт-Петербург) в поисках работы и образования.

«МК в Калининграде» проанализировал данные опубликованного в открытом доступе статистического сборника «Калининградская область в цифрах 2024», а также оперативную информацию о социально-экономическом положении Калининградской области в январе 2025 года и составил комплексное представление о демографической ситуации в регионе.

Как было отмечено выше первые публикации на эту тему о западном регионе России и расселении с изложением соответствующих факторов и подходов опубликованы были достаточно давно [8]. Основные темы исследований: формирование агломераций и субурбанизация; деаграризации села.

Таблица 3
Численность населения по городам Калининградской области (на начало года: человек)

	20	2024	2025
Калининград	489735	489584	488690
Советск	38614	38474	38270
Черняховск	35705	35284	35066
Гусев	28820	28847	28600
Гурьевск	27751	28564	28943
Балтийск	27032	27213	27318
Светлый	21054	20943	20754
Зеленоградск	17133	17164	17085
Светлогорск	16771	17124	17261
Гвардейск	13962	13877	13866
Пионерский	12873	12928	12649
Неман	9216	9122	9002
Мамоново	8295	8245	8177
Полесск	6954	6934	6876
Янтарный	6571	6534	6513
Багратионовск	6379	6454	6411
Озерск	4321	4319	4291
Славск	4013	3981	3930
Правдинск	3934	3899	3905
Ладушкин	3634	3655	3612
Краснознаменск	3374	3306	3256
Нестеров	3342	3320	3293
Приморск	1447	1458	1482

Источник: [4, с.24]

Активность авторов была направлена на исследование направлений в градостроительства, необходимость создания и развития больших го-

родов и городских поселений (см. таблицу 3). Гораздо меньшее внимание стало уделяться развитию села — даже в социально-экономических программах. Для будущего развития сельских районов демографические изменения являются ключевой проблемой. Основные показатели для сельского поселения кроме направления деятельности: численность постоянного поселения, соотношение постоянного и временного поселения, численность рабочих мест.

Дальнейшее обсуждение исследователями демографических вопросов в регионе неизбежно наталкивается на тему роста и направления миграционных потоков. При отрицательном факте демографического воспроизводства усиленная приточная миграция может считаться положительным фактором, который необходимо поддерживать и приветствовать. На эту тему много внимания уделил, например, Кашепов А.В. [5]. Это очень актуальная дискуссия исследователей вопросов демографии не только в данном регионе, но и в целом по России. На наш взгляд можно считать правильным и актуальным постоянное внимание к соответствующему воспроизводству населения. Положительное решение формулируемых вопросов лежит не только в чисто экономическом стимулирования и известном материальном поощрении. На наш взгляд соответствующие решения находятся в диапазонах культурно-экономического воспитания и организационно-экономического стимулирования.

Поэтому для рассмотрения существенных зависимостей в развитии региона и расселения населения необходимо использовать методы сравнительного экономического анализа, географического анализа, математического прогнозирования, культурно-философского обсуждения. В этой связи одна из актуальных тем авторских обсуждений – эффективность миграции. В этой связи, например, Кашепов А. В. [5], положительно рассматривает влияние миграционного движения при отрицательном воспроизводстве населения. В какой-то степени именно этот процесс исторически положительно влияет на экономику Калининградской области. Поэтому можно не согласиться с соответствующим дискуссионным утверждением: «При этом демографы чрезмерно пессимистичны, полагая, что нынешнее суженное воспроизводство населения — это тупик…» [8, с.20]. На наш взгляд данный пессимизм весьма обоснован, так как реализация инноваций всегда происходит с участием непосредственных исполнителей и представителей малого и среднего бизнеса.

Общие для области демографические показатели сильно различаются в территориальном разрезе (см. рисунок 1).

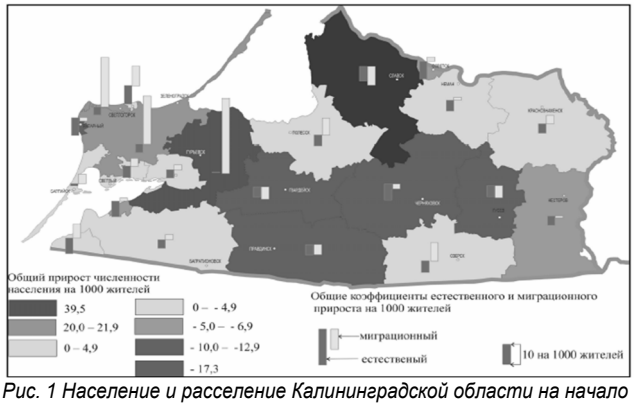


Рис. 1 Население и расселение Калининградской области на начало 2023 года.
Источник: [8, с.26]

Наиболее благоприятные показатели имеет пригородный Светлогорск, Зеленоградск, Гурьевский муниципальный округ. Здесь наблюдался небольшой естественный прирост населения. Происшедшие за последние несколько лет демографические изменения усложняют геодемографическую обстановку в регионе. Это процессы субурбанизации в Гурьевском и Зеленоградском муниципальных районов и снижение уровня и естественного, и миграционного прироста, что в конечном счете может приводить к сокращение общего прироста населения.

Возрастная структура и демографические процессы напрямую влияют на характеристики рабочей силы, определяя состояние рынка труда и экономический потенциал региона. Ключевыми демографическими факторами здесь выступают смертность, миграция, а также соотношение возрастных групп.

На фоне депопуляции и старения населения неполное замещение поколений становится существенным ограничением для экономического роста. Хотя в последние годы приток мигрантов нивелировал негативные демографические тенденции и поддержал численность трудоспособного населения, прогнозировать и регулировать миграцию на региональном уровне сложно. В связи с этим, залогом устойчивого экономического развития становится повышение производительности труда.

Трудовой потенциал региона представляет собой комплексную характеристику, включающую квалификационный, интеллектуальный, физический (здоровье) и мотивационно-ценностный компоненты. Глубокий анализ этого феномена необходим для объективной оценки и прогнозирования способности трудовых ресурсов нивелировать негативные демографические факторы, влияющие на региональную экономику.

Региональную экономику необходимо ориентировать на приоритет высокотехнологичного производства, способного стимулировать и обеспечивать расширенное воспроизводство человеческого капитала, которое, в свою очередь, обеспечит рост производительности и инвестиций. [3, с.124].

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы о том, что нужен комплекс мер по стимулированию и улучшению демографической ситуации в Калининградском регионе. В соответствии с известными официальными данными и принимаемыми мерами Федерального уровня и региональным Правительством это значительный комплекс соответствующих усилий и технологий. В соответствии с существующим комплексом научных публикаций на данную тему кроме известных направлений по актуализации демографических усилий следует обратить особенное внимание на достоинства и важность института семьи и соответствующих демографических отношений. Институт семьи подразумевает развитие семейных отношений в двух направлениях: в «будущее» – это дети и внуки и «прошлое» крепкие отношения с родителями.

Особенное факторное значение имеет миграционная ситуация в регионе, то есть «отрицательные» миграционные направления из Калининградской области. Независимо от направления: за границу Российской федерации или в Российскую Федерацию – эффект для региона негативный. Причинами миграционных движений является образовательные стремления молодых людей, производственные - более выгодное трудоустройство с высоким уровнем оплаты труда. В этой связи следует обратить особое внимание на медицинское обеспечение и экологию региона.

Полученные данные — основа для корректировки региональных стратегий, позволяющая властям обоснованно планировать социально-экономическое и пространственное развитие. Эти материалы могут обеспечивать более точную настройку демографических и экономических мер в соответствии с долгосрочными целями планирования такими как Федеральный закон от 28.06.2014 N 172-ФЗ (ред. от 13.07.2024) "О стратегическом планировании в Российской Федерации".

Литература

1. Актуальные вопросы демографической политики в Российской Федерации. Часть 1. - М.: Издание Государственной Думы, 2024. 96 с.

2. Зотова М. В., Зиновьев А. С. Субъективное благополучие и уровень жизни в Калининградской области // Социологические исследования. 2024. № 2. С. 48-61

3. Калининградская область в 2022 году: горизонты развития. Вып. 2. Коллективная монография. – Калининград: ООО «РА Полиграфычъ», 2023. 324 с.

4. Калининградская область в цифрах. 2025: Краткий статистический сборник/Калининградстат — Калининград, 2025. 136 с.

5. Кашепов А.В. Демографические прогнозы: исторический обзор и практическое использование // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 5-2. С. 233-241

6. Кучумов А.В., Печерица Е.В. Угрозы и риски демографической безопасности Российской Федерации. Технико-технологическме проблемы сервиса // СПбГЭУ. 2020. №4(54). С. 116-122.

7. Найденов И.В., Малин А.С., Маркевич А.Л. Вопросы оценки экономической безопасности Калининградской области и санкционной зависимости региона. - Russian Economic Bulletin / Российский экономический вестник. 2023. Том 6, №4. С. 362-369.

8. Федоров Г. М., Кузнецова Т. Ю. Население и расселение Калининградской области на начало 2023 года// Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2023. № 2. С. 18–30.

9. Шунько Ю. А., Боркова Е. А. Влияние нелегальной миграции на устойчивое социально-экономическое развитие России // Журнал «Меридиан» Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. Выпуск №10(44). https://meridian-journal.ru/site/article5ec2/?id=3949

10.http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411280003?ysclid=mn5ty1p55n917563873
11.https://www.mk-kaliningrad.ru/social/2025/04/22/priezzhayut-dozhivat-kak-bystro-kaliningradskaya-oblast-smozhet-vybratsya-iz-demograficheskoy-yamy.html?ysclid=mk1o3lukwo821156925
12. https://39.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Бедность%202013-2025.pdf
13. https://39.rosstat.gov.ru/population

Current issues and features of demographic processes in the Kaliningrad region

Naydenov I.V., Markevich A.L.
M2M GROUP LLC, Kaliningrad State Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This study analyzes the transformations in demographic development at the level of the exclave Kaliningrad region, which, unlike other Russian regions, possesses unique features due to its geographical and territorial location. The region, as a constituent entity of the Russian Federation, is examined as an open socio-economic system with its own set of active external and internal factors. The article utilizes demographic indicators of population size, natural population movement, and net migration in the Kaliningrad region from various statistical data sources for 2022–2025. The authors examine how regional demographic dynamics are affected by a combination of relevant factors: the expansion of migration processes, the devaluation or reinforcement of family traditions and conflicts, wage levels, assistance to young families, as well as urbanization and natural population decline.

Keywords: Kaliningrad region, regional economy, population size, regional development factors.

References

1. Current Issues of Demographic Policy in the Russian Federation. Part 1. Moscow: State Duma Publishing House, 2024. 96 p.
2. M. V. Zolotova, A. S. Zinoviev. Subjective Well-Being and Standard of Living in the Kaliningrad Oblast. Sociological Research. 2024. No. 2. pp. 48–61.
3. Kaliningrad Oblast in 2022: Development Horizons. Part 2. Collective Monograph. Kaliningrad: OOO RA Poligrafych, 2023. 324 p.
4. Kaliningrad Oblast in Figures. 2025: Brief Statistical Digest/Kaliningradstat — Kaliningrad, 2025. 136 p.
5. A. V. Kashepov. Demographic forecasts: historical review and practical use // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2023. No. 5-2. Pp. 233-241
6. Kuchumov A.V., Pecheritsa E.V. Threats and risks to the demographic security of the Russian Federation. Technical and technological problems of service // SPbGEU. 2020. No. 4 (54). Pp. 116-122.
7. Naidenov I.V., Malin A.S., Markevich A.L. Issues of assessing the economic security of the Kaliningrad region and the region's dependence on sanctions. - Russian Economic Bulletin . 2023. Vol. 6, No. 4. Pp. 362-369.
8. Fedorov G.M., Kuznetsova T.Yu. Population and settlement of the Kaliningrad region at the beginning of 2023 // Bulletin of the Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences. 2023. No. 2. P. 18–30.
9. Shunko Yu. A., Borkova E. A. "The Impact of Illegal Migration on the Sustainable Socioeconomic Development of Russia" // Meridian Journal of the St. Petersburg State University of Economics. 2020. Issue No. 10(44). https://meridian-journal.ru/site/article5ec2/?id=3949
10.http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202411280003?ysclid=mn5ty1p55n917563873
11.https://www.mk-kaliningrad.ru/social/2025/04/22/priezzhayut-dozhivat-kak-bystro-kaliningradskaya-oblast-smozhet-vybratsya-iz-demograficheskoy-yamy.html?ysclid=mk1o3lukwo821156925
12. https://39.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Бедность%202013-2025.pdf
13. https://39.rosstat.gov.ru/population

Отраслевая модель коммерциализации цифровой платформы диспетчеризации котельных

Петров Глеб Борисович
магистрант, Университет Иннополис, i@glebpetrov.ru

Цель статьи - обосновать отраслевую модель коммерциализации цифровой платформы диспетчеризации котельных для теплоснабжающих и эксплуатирующих организаций. Исследование основано на материалах магистерской диссертации автора и включает анализ литературы, сегментацию спроса, CustDev-интервью, опрос 28 респондентов, данные пилота и сведения о двух лицензионных договорах. Показано, что ценность платформы формируется не только за счет приема аварийных сообщений, а прежде всего за счет снижения организационных потерь в жизненном цикле инцидента: регистрации сигнала, подтверждения реакции, назначения ответственного, закрытия с причиной и накопления истории. Выделены различия спроса в сегментах до 10, 11-50 и 51-200 объектов. Обоснованы умеренный темп продаж и тарифная архитектура, сочетающая внедрение, базовую платформу, оплату за объект и дополнительные модули.

Ключевые слова: отраслевая экономика, диспетчеризация котельных, цифровая платформа, коммерциализация, модель продаж, тарифная архитектура, теплоснабжение, B2B, пилотное внедрение, жизненный цикл инцидента.

Введение

Цифровизация коммунальной и промышленной инфраструктуры постепенно смещается от отдельных средств наблюдения к системам, обеспечивающим управляемость процессов эксплуатации. Для теплоснабжающих организаций это особенно важно: аварийное событие на котельной связано не только с техническим состоянием оборудования, но и с организационной реакцией персонала. Если сигнал поступил, но не был вовремя принят, передан ответственному лицу или корректно закрыт, экономические последствия возникают уже не только из-за неисправности, но и из-за неуправляемости процесса реагирования.

В традиционной практике диспетчеризация котельных опирается на телефонные звонки, SMS, мессенджеры, бумажные журналы, таблицы и локальные системы учета. Для небольшой сети этого может быть достаточно, однако по мере роста числа объектов увеличиваются транзакционные издержки: усложняется передача информации между сменами, теряется история повторяющихся инцидентов, а руководитель не получает устойчивой базы для оценки эффективности эксплуатации.

Данная статья подготовлена на основе магистерской диссертации автора, однако ее научный фокус ограничен экономической задачей: объяснить, как отраслевой цифровой продукт может коммерциализироваться в консервативной среде теплоснабжения. В статье рассматриваются структура спроса, логика первых продаж, происхождение лицензионных договоров, экономическая интерпретация пилота и тарифная архитектура ранней стадии.

Цель статьи - сформировать отраслевую модель коммерциализации цифровой платформы диспетчеризации котельных на основе сегментации спроса, первичных эмпирических данных, пилотной проверки и анализа каналов продаж. Научная значимость состоит в уточнении экономической логики B2B-продукта, готовность к оплате за который зависит от масштаба объектного парка, структуры принятия решений, доверия к внедрению и способности продукта снижать организационные потери.

Практическая значимость связана с возможностью применять предложенную модель при выводе на рынок цифровых решений для распределенной инженерной инфраструктуры. Показано, почему первые продажи формируются через доверительные отраслевые каналы, почему умеренный темп продаж рационален, а тариф должен сочетать внедрение, базовую платформу, плату за объект и последующие модули.

Литературный обзор

Исследования цифровизации промышленной безопасности показывают, что эффект от внедрения цифровых систем возникает тогда, когда данные превращаются в управленческое действие, а не остаются разрозненными записями. В работах О. Нуровой цифровизация промышленной безопасности рассматривается через проблемы фрагментации информационных контуров и недостаточной связности управленческих процессов [9; 10]. Аналогичный вывод следует из исследований риск-ориентированного управления опасными объектами, где качество решений зависит от полноты, структурированности и доступности данных об объекте и событиях [17].

В международной литературе по цифровизации охраны труда и безопасности отмечается, что принятие цифровых решений зависит от воспринимаемой пользы, простоты применения, стоимости и доверия к системе. Эмпирическое исследование E. Cagno и соавторов показывает, что цифровые решения безопасности не внедряются автоматически даже при технической готовности: организация должна увидеть практический эффект и согласовать его с рабочими процессами [2]. В работах C. Akyildiz и I. Obasi, C. Benson подчеркивается, что цифровой контур безопасности создает как новые возможности наблюдения, так и новые организационные риски [1; 11].

Для теплоснабжения важен блок исследований по цифровизации систем централизованного теплоснабжения. D. Schmidt и соавторы связывают развитие отрасли с переходом к эксплуатации на основе данных, диагностике неисправностей, предиктивному обслуживанию и цифровым двойникам [19]. H. Lund и соавторы показывают, что будущие системы теплоснабжения требуют более высокого уровня координации, данных и управляемости [7]. Прикладной отраслевой фон подтверждается и рыночными обзорами, где рост систем централизованного теплоснабжения связывается с модернизацией инфраструктуры и цифровыми платформами мониторинга [5].

С позиции коммерциализации цифровых платформ значимы работы М. Портера, Э. Риса, Ф. Дэвиса и Т. Нэйгла. М. Портер показывает роль заменителей, закрывающих ту же задачу клиента [16]. Э. Рис обосновывает проверку продукта через гипотезы и пилоты [18]. Ф. Дэвис связывает принятие технологий с воспринимаемой полезностью и простотой [3]. Т. Нэйгл и соавторы подчеркивают, что цена должна выводиться из создаваемой ценности, а не только из затрат [8].

В литературе подробно рассмотрены цифровизация безопасности, модернизация теплоснабжения и общие модели коммерциализации технологических продуктов. Менее разработан вопрос о коммерциализации отраслевой платформы, находящейся между ручным диспетчерским процессом, SCADA-системами и программными сервисами учета. Этот разрыв закрывает настоящее исследование.

Материалы и методы

Исследование выполнено как прикладной экономический анализ ранней коммерциализации отраслевого B2B-продукта. Эмпирическая база сформирована в ходе подготовки магистерской диссертации автора и включает CustDev-интервью, анкетный опрос, операционный журнал пилота, лицензионные договоры и сведения о правовой регистрации программного продукта [12-15; 20-22].

Количественный опрос включал 28 респондентов из теплоснабжающих, промышленных, муниципальных и эксплуатирующих организаций. Респонденты были разделены по размеру объектного парка: до 5 объектов, 5-10 объектов, 11-50 объектов и 51-200 объектов. Согласно отчету по опросу, большинство респондентов занимали управленческие или технические роли: главные инженеры, руководители организаций, руководители эксплуатации, руководители диспетчерских служб и представители подрядных организаций [14].

CustDev-интервью применялись для выявления проблем диспетчеризации: разрозненности каналов, слабой фиксации действий, недостаточной истории инцидентов и осторожного отношения к замене существующей автоматики [12]. Данные пилотной эксплуатации использовались для проверки практической применимости MVP в реальной диспетчерской среде [15]. Сведения о двух лицензионных договорах применялись как источник коммерческой валидации и анализа происхождения первых продаж [20; 21].

Методологически работа использует смешанную логику исследования: качественный анализ клиентской боли, количественную сегментацию спроса, анализ отраслевых каналов продаж, интерпретацию пилота и экономическое моделирование тарифной архитектуры. Такой подход позволяет вывести коммерческую модель из фактических источников спроса и ограничений отрасли.

Таблица 1
Первичная эмпирическая база исследования

Источник данных	Объем/содержание	Роль в экономическом анализе
CustDev-интервью	Качественные интервью с представителями теплоснабжающих и эксплуатирующих организаций	Уточнение боли, ролей пользователя, барьеров внедрения и формулировки ценности
Опрос 28 респондентов	Сегментация по числу объектов, каналам связи, функциям, оплате и готовности к пилоту	Выделение приоритетных сегментов и проверка платежной логики
Пилотная эксплуатация	Операционный журнал, события, инциденты, действия диспетчеров и закрытия	Проверка практической применимости MVP и операционных метрик
Лицензионные договоры	Два договора на общий коммерческий контур 90 котельных	Подтверждение начальной коммерческой валидации и объектной модели цены
Свидетельство программы для ЭВМ	Государственная регистрация программы «Диспетчеризация котельных»	Подтверждение статуса результата интеллектуальной деятельности

Результаты

Первый результат исследования состоит в выявлении зависимости воспринимаемой ценности продукта от масштаба объектного парка. В опросе 28 респондентов крупнейшей группой стали организации с 11-50 объектами: 15 респондентов, или 53,6% выборки. Второй значимой группой стали организации с 51-200 объектами: 7 респондентов, или 25,0%. На организации с 5-10 объектами пришлось 5 респондентов, а на организации до 5 объектов - 1 респондент [14].

Эта структура имеет экономическое значение. Малые организации с числом объектов до 10 чаще воспринимают систему как полезное, но необязательное улучшение: их текущие процессы еще могут поддерживаться вручную. Сегмент 11-50 объектов занимает промежуточную позицию: явная боль еще не всегда формулируется как бюджетная задача, но уже появляется интерес к истории инцидентов, прозрачности реакции и контролю персонала. Сегмент 51-200 объектов демонстрирует более зрелое понимание ценности: такие организации заинтересованы в координации ролей, истории действий, контроле исполнения и снижении зависимости от человеческого фактора [14].

Таблица 2
Сегментация спроса по размеру объектного парка

Сегмент	Выявленное отношение к продукту	Экономическая интерпретация
До 5 объектов	Потребность минимальна, процессы контролируются вручную	Сегмент не является приоритетным для ранних продаж
5-10 объектов	Польза понятна, но продукт воспринимается как необязательное улучшение	Возможны только дешевые пилоты или продажи через типовой пакет
11-50 объектов	Появляется интерес к истории, контролю и прозрачности работы персонала	Основной массовый сегмент для подписки и пилотной воронки
51-200 объектов	Сформирован запрос на управление инцидентами и распределение ответственности	Перспективный сегмент для локального развёртывания, расширенных отчетов и корпоративной лицензии

Второй результат связан с уточнением природы экономической ценности. Многие организации уже используют GSM-контроллеры, SMS, телефонные звонки, мессенджеры, SCADA или локальные средства автоматизации; аварии фиксируются в журналах, но дополняются вспомогательными инструментами [14]. Поэтому продукт не должен продаваться как замена существующей инфраструктуры. Его роль - собрать разрозненные сигналы и действия персонала в единый управляемый контур.

Значимым подтверждением этой логики является распределение способов фиксации инцидентов. В отчете по опросу все 28 респондентов указали бумажный журнал, 8 - Excel или таблицы, 9 - облачный сервис, 4 - Service Desk/CRM/заявочную систему, 3 - SCADA-архив и 2 - 1С [14]. Такая структура означает, что рынок уже тратит ресурсы на фиксацию, но эта фиксация остается распределенной между несколькими инструментами. Следовательно, цифровая платформа создает ценность не за счет самого факта записи, а за счет снижения транзакционных издержек сопоставления, поиска и контроля.

Третий результат касается показателей управления. В отчете по опросу 23 респондента указали, что KPI по инцидентам практически не отслеживаются, тогда как отдельные показатели - время реакции, время устранения, количество выездов, качество нормализации и повторяемость аварий - встречаются существенно реже [14]. Этот результат позволяет интерпретировать платформу как инструмент перехода от реактивной диспетчеризации к управлению эксплуатационными показателями.

Четвертый результат связан с логикой первых продаж. Первые два договора имеют разное происхождение. Первый договор возник через заказчиков и доверительные связи, сформированные в предыдущем проекте разработки. Это типичный для B2B-рынка «теплый» канал, где коммерческий разговор возможен благодаря уже существующему доверию к исполнителю [20]. Второй договор связан с CustDev и последующей продуктовой диагностикой: потенциальный клиент сначала участвовал в проверке проблемы, затем получил предметную демонстрацию ценности и перешел в коммерческий контур [12; 21].

Такая логика объясняет, откуда могут появиться следующие продажи. На раннем этапе реалистичны три канала: рекомендации существующих заказчиков, переход CustDev-контактов в пилоты и партнерский канал через интеграторов, сервисные организации и поставщиков автоматики. Каждый канал должен вести клиента к диагностике, демонстрации, пилоту, отчету и расширению на контур объектов.

Таблица 3
Логика формирования продаж на ранней стадии

Канал продаж	Источник первых контактов	Роль в масштабировании
Существующие заказчики и прошлые проекты	Первый договор получен через доверительный канал предыдущего проекта разработки	Быстрый вход, высокая вероятность пилота, короткий цикл доверия
CustDev и продуктовая диагностика	Второй договор сформирован после проверки боли и обсуждения сценариев внедрения	Переход от интервью к пилоту, затем к договору
Рекомендации внутри отрасли	Главные инженеры, руководители эксплуатации, коллегиальные решения	Усиление доверия и снижение барьера для новых клиентов
Партнеры и интеграторы	Сервисные организации, поставщики автоматики, ИТ-интеграторы	Ускорение внедрения при сохранении типовой продуктовой методики

Пятый результат связан с моделью оплаты. Согласно отчету по опросу, наиболее понятной для респондентов оказалась модель «базовая платформа + плата за объект» [14]. Она соответствует экономике продукта: базовая часть покрывает платформенный контур, сопровождение и отчетность, а объектная часть связывает цену с количеством котельных, генерирующих сигналы и инциденты.

Первые лицензионные договоры подтверждают возможность объектной модели: общий коммерческий контур двух договоров составляет 90 котельных. При ставке 250 руб. за объект в месяц это соответствует 22,5 тыс. руб. ежемесячной выручки и 270 тыс. руб. годового объема на ранней стадии [20; 21]. Для зрелой монетизации одной объектной ставки недостаточно, поскольку затраты поставщика возникают и на уровне аккаунта: обследование, настройка сообщений, обучение, поддержка, обновления и требования безопасности.

Итоговая коммерческая модель может быть описана как совокупность пяти элементов: плата за внедрение, базовая платформа, оплата за объект, дополнительные модули и бессрочная лицензия для клиентов с бюджетной или локальной логикой закупки. Такая структура снижает входной барьер для пилота и одновременно защищает экономику поставщика от недооценки сопровождения.

Таблица 4
Тарифная архитектура платформы

Элемент тарифа	Экономический смысл	Применение
Плата за внедрение	Компенсация обследования, настройки объектов, шаблонов и регламентов	Пилот или запуск нового клиента
Базовая платформа	Покрытие сопровождения, отчетности, ролей, журналов и обновлений	Средние и крупные клиенты
Плата за объект	Связь цены с числом котельных, событий и эксплуатационной ценностью	Подписка и расширение внутри клиента
Дополнительные модули	Монетизация аналитики, интеграций, отчетов и интеллектуальной обработки	Расширение после подтвержденного пилота
Бессрочная лицензия	Разовый платеж для клиентов с бюджетной или локальной логикой закупки	Муниципальные, ведомственные и крупные локальные контуры

Обсуждение

Полученные результаты позволяют уточнить экономическую природу продукта. Его ценность возникает не в самой передаче аварийного сообщения, поскольку передача уже часто существует в виде SMS, звонка или SCADA-сигнала. Ценность возникает в управлении последствиями сообщения: оно должно быть принято, подтверждено, передано ответственному лицу, закрыто с причиной и превращено в данные для анализа. Следовательно, продукт относится к классу отраслевых решений, которые снижают организационные потери и улучшают управляемость эксплуатационного процесса.

Для менеджмента продукта важен вывод о неодинаковости сегментов. Продажа организациям до 10 объектов может приводить к длинному убеждению при низком чеке, поскольку такие клиенты способны контролировать процессы вручную. Напротив, сегменты 11-50 и 51-200 объектов позволяют связать ценность с масштабом: чем больше объектов и ответственных лиц, тем выше цена потери информации, неясного статуса и отсутствия истории. Поэтому ранняя воронка продаж должна быть сфокусирована не на «всех котельных», а на распределенных эксплуатационных контурах с несколькими ролями и повторяющимися аварийными событиями.

Умеренный на первый взгляд темп продаж является нормальным для отраслевого B2B-продукта. Продукт затрагивает не только программное обеспечение, но и регламент смены, ответственность персонала, каналы связи, информационную безопасность и закупочную процедуру. Быстрое масштабирование без пилотной проверки могло бы увеличить объем индивидуальных доработок и снизить маржинальность. Поэтому рациональна последовательность «доверительный контакт - диагностика - пилот - отчет - расширение».

Отдельного внимания заслуживает связь продуктовой архитектуры и коммерциализации. MVP не включает удаленное управление технологическим оборудованием, что снижает барьер доверия и требования к киберфизической безопасности на ранней стадии. Клиент получает инструмент контроля реакции без риска вмешательства в технологический процесс. Более сложные функции - рекомендации, предиктивная аналитика и интеграции - должны продаваться после накопления истории событий и подтверждения базовой ценности.

С научной точки зрения предложенная модель показывает, что коммерциализация цифрового решения в отраслевой инфраструктуре зависит от согласования четырех факторов: масштаба объектного парка, уровня организационной сложности, доверия к каналу внедрения и способности продукта создавать измеримый управленческий результат. В этом состоит отличие рассматриваемого случая от массовых SaaS-продуктов, где продажи могут строиться через более короткий цифровой цикл.

Заключение

В статье предложена отраслевая модель коммерциализации цифровой платформы диспетчеризации котельных. Показано, что экономическая ценность продукта формируется не вокруг замены существующей автоматики, а вокруг управления жизненным циклом аварийного события. Основной пользовательский и коммерческий интерес связан с фиксацией реакции, историей инцидентов, отчетностью и снижением зависимости от человеческого фактора.

Эмпирические данные подтверждают, что спрос неоднороден. Для организаций до 10 объектов продукт чаще остается необязательным улучшением. В сегменте 11-50 объектов появляется интерес к прозрачности и контролю, но необходимость еще должна быть доказана через пилот. В сегменте 51-200 объектов формируется более явный запрос на управление инцидентами, распределение ответственности и историю действий.

Первые два лицензионных договора подтверждают, что ранние продажи в таком сегменте возникают через доверительные каналы: существующих заказчиков по предыдущим проектам и контакты, полученные в ходе CustDev. Будущая воронка должна строиться через продуктовую диагностику, пилоты, отчеты по результатам и расширение на полный контур объектов. Умеренный темп продаж является обоснованным для отрасли, где решения принимаются коллегиально и требуют проверки надежности.

Наиболее устойчивая тарифная архитектура сочетает плату за внедрение, базовую платформу, оплату за объект и дополнительные модули. Такая модель сохраняет низкий входной барьер для пилота и учитывает затраты на сопровождение, настройки и развитие продукта. Полученные результаты могут применяться при выводе на рынок цифровых решений для теплоснабжения, коммунальной инфраструктуры и других распределенных эксплуатационных систем.

Литература

1. Akyildiz C. Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: a literature review // The European Research Journal. 2023. Vol. 9. No. 6. P. 1509-1519. DOI: 10.18621/eurj.1352743.

2. Cagno E., Accordini D., Neri A., Negri E., Macchi M. Digital solutions for workplace safety: An empirical study on their adoption in Italian metalworking SMEs // Safety Science. 2024. Vol. 177. Article 106598. DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106598.

3. Davis F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology // MIS Quarterly. 1989. Vol. 13. No. 3. P. 319-340. DOI: 10.2307/249008.

4. Fedosov A., Shaimardanova R. Digital Technologies in Industrial Safety Management // Hybrid Methods for Modeling and Optimizing Complex Systems. Cham: Springer, 2025. P. 581-592. DOI: 10.1007/978-3-031-95649-2_51.

5. Grand View Research. District Heating Market Size, Share & Trends Analysis Report. 2026. URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/district-heating-market-report (дата обращения: 22.06.2026).

6. Koh D., Tan A. Applications and Impact of Industry 4.0: Technological Innovations in Occupational Safety and Health // Safety and Health at Work. 2024. Vol. 15. No. 4. P. 379-381. DOI: 10.1016/j.shaw.2024.09.001.

7. Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen S., Thorsen J. E., Hvelplund F., Mathiesen B. V. 4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems // Energy. 2014. Vol. 68. P. 1-11. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.

8. Nagle T. T., Muller G., Gruyaert E. The Strategy and Tactics of Pricing: A Guide to Growing More Profitably. 7th ed. New York: Routledge, 2023. 478 p.

9. Nurova O. Actual Problems of Digitalization in the Field of Industrial Safety Management // Advances in Economics, Business and Management Research. 2021. Vol. 171. P. 221-226. DOI: 10.2991/aebmr.k.210318.036.

10. Nurova O. Leading Digital Technologies in the Industrial Safety Management // Proceedings of the 6th International Conference on Social, Economic, and Academic Leadership. Paris: Atlantis Press, 2020. P. 471-476. DOI: 10.2991/assehr.k.200526.068.

11. Obasi I. C., Benson C. The Impact of Digitalization and Information and Communication Technology on the Nature and Organization of Work and the Emerging Challenges for Occupational Safety and Health // International

Journal of Environmental Research and Public Health. 2025. Vol. 22. No. 3. Article 362. DOI: 10.3390/ijerph22030362.

12. Петров Г. Б. Материалы CustDev-интервью с представителями теплоснабжающих и эксплуатирующих организаций по продукту «Диспетчеризация котельных». Иннополис, 2026. Архив автора.

13. Петров Г. Б. Опрос по модели коммерциализации программы «Диспетчеризация котельных»: база ответов 28 респондентов. Иннополис, 2026. Архив автора.

14. Петров Г. Б. Отчет по опросу «Диспетчеризация котельных». Иннополис, 2026. 29 с. Архив автора.

15. Петров Г. Б. Операционный журнал пилотного использования системы «Диспетчеризация котельных» от 17.06.2026. Иннополис, 2026. Архив автора.

16. Porter M. E. The Five Competitive Forces That Shape Strategy // Harvard Business Review. 2008. Vol. 86. No. 1. P. 78-93.

17. Reznikov D. O., Makhutov N. A., Yudina O. N. Management of risks induced by hazardous industrial facilities // Procedia Structural Integrity. 2020. Vol. 28. P. 1360-1368. DOI: 10.1016/j.prostr.2020.10.107.

18. Ries E. The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. New York: Crown Business, 2011. 336 p.

19. Schmidt D., Yang Q., Vanhoudt D., Widl E. et al. The current state and future outlook of digitalization for the operation of district heating systems: A review // Energy. 2026. Vol. 344. Article 140086. DOI: 10.1016/j.energy.2026.140086.

20. Лицензионный договор на использование программы для ЭВМ «Диспетчеризация котельных» от 20.04.2026. Иннополис, 2026. Архив автора.

21. Второй лицензионный договор на использование программы для ЭВМ «Диспетчеризация котельных». Иннополис, 2026. Архив автора.

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026662255 «Диспетчеризация котельных». Роспатент, 2026.

Sectoral commercialization model for a digital boiler-house dispatching platform

Petrov G.B.
Innopolis University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article justifies a sectoral commercialization model for a digital boiler-house dispatching platform used by heat supply and operating organizations. The study is based on the author's master's thesis and uses a mixed methodology: literature analysis, demand segmentation, CustDev interviews, a survey of 28 respondents, pilot operation data, and information from two licensing agreements. The results show that platform value is created not only by receiving alarm messages, but primarily by reducing organizational losses in the incident lifecycle: signal registration, response confirmation, assignment of responsible staff, closure reason recording, and accumulation of operational history. The paper identifies demand differences across segments of up to 10, 11-50, and 51-200 facilities. A moderate sales pace and a pricing architecture combining implementation, a basic platform component, per-facility payment, and optional modules are proposed.

Keywords: sectoral economy, boiler-house dispatching, digital platform, commercialization, sales model, pricing architecture, heat supply, B2B, pilot implementation, incident lifecycle.

References

1. Akyildiz C. Integration of digitalization into occupational health and safety and its applicability: a literature review. The European Research Journal, 2023, vol. 9, no. 6, pp. 1509-1519. DOI: 10.18621/eurj.1352743.
2. Cagno E., Accordini D., Neri A., Negri E., Macchi M. Digital solutions for workplace safety: An empirical study on their adoption in Italian metalworking SMEs. Safety Science, 2024, vol. 177, article 106598. DOI: 10.1016/j.ssci.2024.106598.
3. Davis F. D. Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. MIS Quarterly, 1989, vol. 13, no. 3, pp. 319-340. DOI: 10.2307/249008.
4. Fedosov A., Shaimardanova R. Digital Technologies in Industrial Safety Management. Hybrid Methods for Modeling and Optimizing Complex Systems. Cham, Springer, 2025, pp. 581-592. DOI: 10.1007/978-3-031-95649-2_51.
5. Grand View Research. District Heating Market Size, Share & Trends Analysis Report, 2026. Available at: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/district-heating-market-report (accessed 22.06.2026).
6. Koh D., Tan A. Applications and Impact of Industry 4.0: Technological Innovations in Occupational Safety and Health. Safety and Health at Work, 2024, vol. 15, no. 4, pp. 379-381. DOI: 10.1016/j.shaw.2024.09.001.
7. Lund H., Werner S., Wiltshire R., Svendsen S., Thorsen J. E., Hvelplund F., Mathiesen B. V. 4th Generation District Heating. Energy, 2014, vol. 68, pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.energy.2014.02.089.
8. Nagle T. T., Muller G., Gruyaert E. The Strategy and Tactics of Pricing. 7th ed. New York, Routledge, 2023, 478 p.
9. Nurova O. Actual Problems of Digitalization in the Field of Industrial Safety Management. Advances in Economics, Business and Management Research, 2021, vol. 171, pp. 221-226. DOI: 10.2991/aebmr.k.210318.036.
10. Nurova O. Leading Digital Technologies in the Industrial Safety Management. Proceedings of ICSEAL-6-2019. Paris, Atlantis Press, 2020, pp. 471-476. DOI: 10.2991/assehr.k.200526.068.
11. Obasi I. C., Benson C. The Impact of Digitalization and ICT on Work and Occupational Safety and Health. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2025, vol. 22, no. 3, article 362. DOI: 10.3390/ijerph22030362.
12. Petrov G. B. CustDev interview materials with representatives of heat supply and operating organizations for the “Boiler-house Dispatching” product. Innopolis, 2026. Author archive.
13. Petrov G. B. Survey dataset on the commercialization model of the “Boiler-house Dispatching” program: 28 respondents. Innopolis, 2026. Author archive.
14. Petrov G. B. Survey report “Boiler-house Dispatching”. Innopolis, 2026, 29 p. Author archive.
15. Petrov G. B. Pilot operational journal of the “Boiler-house Dispatching” system dated 17.06.2026. Innopolis, 2026. Author archive.
16. Porter M. E. The Five Competitive Forces That Shape Strategy. Harvard Business Review, 2008, vol. 86, no. 1, pp. 78-93.
17. Reznikov D. O., Makhutov N. A., Yudina O. N. Management of risks induced by hazardous industrial facilities. Procedia Structural Integrity, 2020, vol. 28, pp. 1360-1368. DOI: 10.1016/j.prostr.2020.10.107.
18. Ries E. The Lean Startup. New York, Crown Business, 2011, 336 p.
19. Schmidt D., Yang Q., Vanhoudt D., Widl E. et al. The current state and future outlook of digitalization for the operation of district heating systems: A review. Energy, 2026, vol. 344, article 140086. DOI: 10.1016/j.energy.2026.140086.
20. License agreement for the computer program “Boiler-house Dispatching” dated 20.04.2026. Innopolis, 2026. Author archive.
21. Second license agreement for the computer program “Boiler-house Dispatching”. Innopolis, 2026. Author archive.
22. Certificate of state registration of the computer program No. 2026662255 “Boiler-house Dispatching”. Rospatent, 2026.

Факторы несбалансированного территориального развития экономики Краснодарского края

Петросян Артур Гагикович
аспирант, Сочинский государственный университет, art.petrosian777@yandex.ru,

Пашина Марина Абеловна
доктор экономических наук, профессор кафедры инновационных технологий в экономике и управлении, Сочинский государственный университет, pashinama@sutr.ru

В статье анализируются факторы несбалансированного территориального развития экономики Краснодарского края на муниципальном уровне. Обосновывается, что пространственная дифференциация в регионе носит устойчивый характер и формируется в результате взаимодействия экономических, инфраструктурных и институциональных механизмов. Показано, что концентрация инвестиционной активности, производственного потенциала и инфраструктурных ресурсов в ограниченном числе городских округов и агломерационных зон способствует формированию полюсов экономического роста, тогда как периферийные муниципальные образования сталкиваются с совокупностью ограничений развития, связанных с узкой отраслевой специализацией, низкой инвестиционной привлекательностью и инфраструктурной изолированностью.

На основе анализа муниципальной статистики по инвестициям в основной капитал выявлена высокая степень территориальной асимметрии экономической динамики, подтверждающая концентрацию ресурсов в ключевых центрах регионального развития. Установлено, что выявленные дисбалансы воспроизводятся за счет кумулятивных эффектов накопления преимуществ в развитых территориях и институциональной селективности механизмов государственной поддержки. Делается вывод о недостаточной эффективности фрагментарных мер территориального выравнивания и необходимости перехода к системной модели пространственного управления, ориентированной на инфраструктурную интеграцию периферийных территорий, диверсификацию локальных экономик и расширение институциональной субъектности муниципальных образований.

Ключевые слова: территориальное развитие, пространственная дифференциация экономики, инвестиционная концентрация, муниципальные образования.

Введение

Современное социально-экономическое развитие российских регионов характеризуется усилением пространственной дифференциации, которая приобретает устойчивый структурный характер и перестает рассматриваться как временное отклонение от сбалансированного роста. Неравномерность распределения экономической активности, инвестиций, инфраструктурных ресурсов и человеческого капитала формирует внутри регионов зоны концентрации развития и периферийные территории с ограниченным потенциалом экономической динамики. В результате территориальные различия закрепляются институционально и воспроизводятся в долгосрочной перспективе, трансформируясь в системный фактор регионального развития.

В стратегических документах территориальная сбалансированность, пространственная связанность и выравнивание социально-экономических условий развития муниципальных образований декларируются в качестве ключевых ориентиров государственной региональной политики [1]. Фактическая динамика пространственного развития во многих субъектах Российской Федерации демонстрирует неблагоприятную тенденцию, проявляющуюся в усилении поляризации экономик регионов. Значительная дифференциация территорий сопровождается ростом разрывов в уровне доходов, инвестиционной активности и доступности инфраструктуры. Поэтому выявление и устранение факторов несбалансированного территориального развития с целью формирования долгосрочной модели эффективного развития экономики региона является актуальной темой исследований.

1. Подходы для проведения анализа и выявления неравномерного территориального развития

Краснодарский край как один из наиболее экономически развитых субъектов Юга России, обладающий высоким инвестиционным потенциалом, диверсифицированной отраслевой структурой и устойчивой положительной динамикой валового регионального продукта представляет особый интерес с точки зрения оценки равномерности его территориального развития. Внутренняя пространственная неоднородность исследуемого региона обращает на себя внимание и требует глубокого анализа причинно-следственных связей. Неоднородность развития проявляется в концентрации экономической активности в агломерационных узлах и прибрежных зонах при относительной стагнации значительной части сельских и периферийных муниципальных районов. Одновременное сочетание высокого общего уровня развития региона с глубокими внутритерриториальными диспропорциями делает Краснодарский край показательным примером воспроизводства несбалансированного пространственного развития.

В большинстве научных исследований территориальная дифференциация традиционно представляется через призму различий в уровне социально-экономического развития регионов в целом. Тогда как проблемы развития пространственной структуры муниципальных образований внутри регионов остаются недостаточно проработанными. Под несбалансированным территориальным развитием мы понимаем структурные диспропорции в пространственной организации экономики, которые воспроизводятся по ключевым показателям. Признаки несбалансированности экономики:

1) Сверхконцентрация финансово-экономического и человеческого капитала в центрах-лидерах, которые образуют агломерации и стягивают ресурсы у периферийных территорий;

2) Инфраструктурные разрывы и неконкурентоспособность предприятий периферии;

3) Зависимость отстающих территорий от межбюджетных трансфертов, недостаточная для самообеспечения налоговая база;

4) Воспроизводство неравенства и неравномерного развития.

Как отмечают авторы ряда научных работ, именно на уровне муниципальных образований формируются первичные механизмы концентрации ресурсов, инвестиционной селективности и инфраструктурных разрывов [12]. Эти механизмы в дальнейшем формируют устойчивые траектории роста и отставания отдельных территорий, являясь, на наш взгляд, генераторами диспропорций. Недостаточная факторная декомпозиция территориальных дисбалансов на муниципальном уровне ограничивает возможности выработки адресных инструментов пространственной политики и снижает эффективность управленческих решений.

Теоретические подходы к анализу неравномерного территориального развития исходят из признания кумулятивного характера экономического роста. То есть начальные преимущества отдельных территорий усиливаются за счет дальнейшей концентрации в них же капитала, инфраструктуры, инноваций и трудовых ресурсов. В результате современных концепций центр-периферийного развития территорий происходит формирование полюсов роста. Происходит постепенные вытеснение экономической активности из менее конкурентоспособных территорий, проявляются пространственные разрывы. Агломерационные эффекты способствуют росту производительности и инвестиционной привлекательности экономических центров, одновременно усиливая маргинализацию периферийных зон [6].

Инфраструктурный подход выравнивания несбалансированного развития территорий, вдвигаемый рядом авторов, подчеркивает ключевую роль транспортной связанности, доступности рынков и обеспеченности инженерной инфраструктурой в формировании территориального экономического потенциала [7]. Развитые инфраструктурные контуры способствуют интеграции территорий в региональные хозяйственные связи, снижению транзакционных издержек и расширению инвестиционных возможностей. В условиях инфраструктурных разрывов периферийные муниципалитеты оказываются в ситуации ограниченного доступа к экономическим потокам, что закрепляет их отставание.

Институциональные факторы, которые ведут к диспропорциям и несбалансированному развитию регионов связана с различиями в механизмах распределения бюджетных ресурсов на различных территориях, селективностью программ государственной поддержки, различиями в управленческой субъектности. Муниципальные образования, у которых сильная экономическая база, стабильный административный потенциал, развитая инфраструктура обладают большими возможностями привлечения инвестиций, участия в проектных программах и формирования устойчивых источников доходов. В то же время слабые территории часто сталкиваются с ограничениями институционального характера, что усиливает воспроизводство дисбалансов.

В совокупности экономические, инфраструктурные и институциональные факторы формируют взаимно усиливающуюся систему территориальных преимуществ и ограничений. Несбалансированность пространственного развития перестает быть результатом отдельных неблагоприятных условий и трансформируется в структурную характеристику региональной экономики. Это проявляется не только в различиях объемов производства и инвестиций, но и в расхождениях качества жизни населения, уровне занятости, доступности социальных услуг и демографической устойчивости территорий. «Пространственная поляризация демографических процессов в России проявляется в усилении различий между регионами с точки зрения динамики численности населения, половозрастной структуры и миграционной подвижности» [3].

Для Краснодарского края данные процессы приобретают особую выраженность в силу высокой концентрации инвестиционной активности в крупнейших городских агломерациях, туристических центрах и транспортно-логистических узлах. Экономический рост здесь опирается на развитую инфраструктуру, диверсифицированную структуру хозяйства и высокий уровень предпринимательской активности. В противоположность этому значительная часть сельских муниципальных районов характеризуется ограниченной экономической базой, зависимостью от отдельных отраслей аграрного сектора и недостаточной интеграцией в региональные хозяйственные связи.

2. Механизмы формирования пространственной дифференциации

Сформулированные теоретические положения позволяют перейти к рассмотрению конкретных механизмов формирования пространственной дифференциации в экономике региона на примере Краснодарского края.

Можно выделить 5 групп индикаторов возникновения диспропорций и поляризации экономик регионов. Это:

1. Уровень инвестиционной привлекательности;
2. Диверсификация экономики региона;
3. Уровень занятости населения;
4. Инфраструктурная обеспеченность;
5. Институциональные особенности.

Представленные в таблице 1 данные по объему инвестиций, свидетельствуют о высокой концентрации активности в ограниченном числе городских округов Краснодарского края.

Распределение инвестиционных потоков, отраслевая специализация муниципалитетов и инфраструктурная обеспеченность территорий выступают ключевыми факторами воспроизводства дисбалансов. Их анализ дает возможность выявить реальные источники территориальной поляризации.

Таблица 1

Инвестиции в основной капитал по муниципальным образованиям Краснодарского края в 2024 году, млн руб. Источник: [10].

	Муниципальное образование	Объем инвестиций
1.	г. Краснодар	323482
2.	г. Анапа	84105
3.	Темрюкский муниципальный район	84024
4.	Северский муниципальный район	80710
5.	г. Новороссийск	66257
6.	г. Сочи	66084
7.	Туапсинский муниципальный район	21515
8.	Славянский муниципальный район	18214
9.	пгт Сириус	17172
10.	г. Геленджик	11037
11.	Динской муниципальный район	10778
12.	Крымский муниципальный район	10415
13.	Тихорецкий муниципальный район	10186
14.	Гулькевичский муниципальный район	8175
15.	г. Армавир	5879
16.	Усть-Лабинский муниципальный район	5745
17.	Каневской муниципальный район	5520
18.	Абинский муниципальный район	5312
19.	Белореченский муниципальный район	4544
20.	Тимашевский муниципальный район	4190
21.	Красноармейский муниципальный район	4159
22.	Кавказский муниципальный район	3774
23.	Курганинский муниципальный район	3767
24.	Павловский муниципальный район	3704
25.	Ленинградский муниципальный район	3398
26.	Кущевский муниципальный район	3394
27.	Кореновский муниципальный район	3308
28.	Новокубанский муниципальный район	3210
29.	Лабинский муниципальный район	2964
30.	Выселковский муниципальный район	2863
31.	Ейский муниципальный район	2804
32.	Староминский муниципальный район	2767
33.	Апшеронский муниципальный район	1628
34.	г. Горячий Ключ	1581
35.	Калининский муниципальный район	1501
36.	Брюховецкий муниципальный район	1445
37.	Новопокровский муниципальный район	1412
38.	Тбилисский муниципальный район	1315
39.	Успенский муниципальный район	1218
40.	Щербиновский муниципальный район	1182
41.	Белоглинский муниципальный район	1151
42.	Крыловский муниципальный район	1118
43.	Отрадненский муниципальный район	900
44.	Мостовский муниципальный район	833
45.	Приморско-Ахтарский муниципальный район	642

Инвестиции в основной капитал предприятий Краснодарского края в 2024 году составили рекордные 1 119,6 млрд рублей, что обеспечило темп роста к 2023 году 116%. В 2025 году этот показатель по краю снизился и составил 1 010,6 млрд рублей или 80% к уровню 2024 года [11]. В 2024 году всего 6 муниципальных образований Краснодарского края привлекли почти 80% всех инвестиций в основной капитал, тогда как остальные 39 муниципальных образований привлекли всего лишь 20% всех инвестиций.

Обращает на себя внимание тот факт, что большинство муниципальных районов Краснодарского края осуществляют незначительные объемы вложений в основной капитал относительно центра и создают устойчивую территориальную асимметрию экономического развития. Инвестиции в основной капитал в отстающем Приморско-Ахтарском муниципальном районе более чем в 500 раз ниже, чем у лидера – города Краснодар. Разрыв в объеме инвестиций на различных территориях значителен, что является фактором для возникновения критических диспропорций. К примеру, г. Геленджик, входящий в десятку первых по объему инвестиций в основной капитал, отстает почти в 30 раз от лидера.

Муниципальные районы с низким уровнем развития характеризуются ограниченной диверсификацией экономики и высокой зависимостью от аграрного сектора. Аграрная специализация ряда территорий снижает инвестиционную привлекательность края из-за отраслевых рисков.

Неравномерность инвестиционных потоков выступает ключевым экономическим фактором несбалансированного развития. Для минимизации рисков инвесторы направляют капитал преимущественно в территории с уже сформированной инфраструктурой и устойчивыми хозяй-

ственными связями [14]. Муниципалитеты с ограниченной инфраструктурной обеспеченностью и слабой транспортной доступностью оказываются в менее конкурентоспособном положении. Данная логика усиливает селективность экономического роста и формирует замкнутый цикл воспроизводства территориальных различий.

Следующий фактор диспропорций, который необходимо держать под контролем – это занятость населения региона. Различия в структуре занятости населения создают дополнительные условия для формирования диспропорций территорий. В экономически развитых муниципальных образованиях преобладают сектора с более высокой производительностью труда, добавленной стоимостью и уровнем оплаты. Ограниченный потребительский потенциал сдерживает развитие бизнеса, закрепляя дисбаланс [4].

Уровень развития инфраструктуры усиливает диспропорции территорий, так как обеспечивает включенность в региональные и межрегиональные хозяйственные потоки [5]. Территории, расположенные вблизи автомагистралей, железнодорожных узлов и портовой инфраструктуры, получают возможность интеграции в логистические цепочки и привлечения инвестиций. Территории с неразвитой инфраструктурой сталкиваются с проблемой транспортной доступности, высоких издержек перемещения товаров, рабочей силы, что снижает их конкурентоспособность. Инфраструктурные ограничения выступают не только показателем территориального отставания, но и ведут к снижению экономической эффективности в регионе, генерируют диспропорции, становятся фактором закрепления отставаний [1].

Демографический фактор усиливает территориальные диспропорции через перераспределение трудовых ресурсов в пользу экономически активных центров. Развитость социальной инфраструктуры, включающей образовательные учреждения, медицинские организации, культурные и спортивные объекты напрямую влияет на миграционные процессы и характеризует качество жизни населения. Муниципалитеты с развитой социальной инфраструктурой демонстрируют демографическую устойчивость и привлекательность для квалифицированных кадров. В районах со слабой социальной инфраструктурой наблюдается отток трудоспособного населения, сокращение человеческого капитала, ухудшение перспектив экономического роста.

Институциональные условия воспроизводства дисбалансов проявляются в асимметрии бюджетной обеспеченности муниципалитетов. Муниципальные образования с ограниченной доходной базой зависят в большей степени от межбюджетных трансфертов, что сужает их управленческую автономию и снижает гибкость стратегического планирования. «Существует объективная проблема в методологии регионального стратегического планирования, ограничивающая мотивацию и возможности регионов по интеграции идеи устойчивого развития в свои стратегии» [8]. Селективность распределения инвестиционных и программных ресурсов усиливает концентрацию развития в экономических центрах. Проектные инициативы и инфраструктурные вложения нередко ориентированы на территории с уже сформированным потенциалом роста. Периферийные муниципалитеты при этом испытывают дефицит кадровых и управленческих ресурсов для подготовки конкурентоспособных проектных заявок, что ограничивает их участие в механизмах развития.

3. Решение проблемы неравномерного развития территорий

Экономическая структура Краснодарского края, как и большинства регионов Российской Федерации, характеризуется выраженной территориальной концентрацией хозяйственной активности на отдельных территориях. Наиболее динамичные темпы развития демонстрируют городские округа и агломерационные зоны, в которых сосредоточены перерабатывающие производства, транспортно-логистическая инфраструктура, финансовые и сервисные организации. Концентрация капитала формирует эффект накопления преимуществ. Рассмотренные экономические, инфраструктурные и институциональные различия не существуют изолированно друг от друга. Их воздействие проявляется в совокупности, формируя взаимосвязанную систему воспроизводства дисбалансов.

Территориальные диспропорции в Краснодарском крае характеризуются устойчивостью, взаимным усилением и носят кумулятивный характер. Экономическая концентрация, инфраструктурная обеспеченность и институциональная селективность образуют взаимозависимую конфигурацию региональной системы, в которой преимущества развитых территорий конвертируются в дополнительные ресурсы роста, а ограничения периферийных территорий закрепляются и воспроизводятся.

Несбалансированность территориального развития проявляется в совокупности показателей, отражающих уровень экономической активности, доходов населения, инвестиционной динамики и качества инфраструктурного обеспечения. Различия между муниципальными образованиями становятся устойчивыми и слабо поддаются сглаживанию в рамках фрагментарных мер поддержки [2]. Проблема может быть решена путем перехода к системной модели пространственного управления, ориентированной на комплексное устранение факторов воспроизводства дисбалансов. Региональная политика требует перехода от использования компенсационных инструментов в случаях дисбалансов на структурное изменение территориального развития. Это предполагает формирование комплекса мер, воздействующих одновременно на инфраструктурные, экономические и институциональные факторы.

Для снижения территориальной несбалансированности экономики Краснодарского края необходимо развитие инфраструктурной связанности периферийных муниципальных образований с экономическими центрами региона. Формирование транспортных коридоров, модернизация инженерных сетей и расширение доступа к социальной инфраструктуре – главные условия для интеграции отстающих территорий в региональные хозяйственные процессы и повышения их инвестиционной привлекательности.

В условиях цифровизации сбалансированное и устойчивое развитие регионов обретает новые контуры для совершенствования. Цифровизация может значительно усилить региональное развитие, обеспечивая эффективное управление, оптимизацию процессов и улучшение качества услуг для жителей [9]. Решения проблемы неравномерного развития территорий требует выполнение следующих условий:

1. Переход от политики территориального выравнивания к политике создания «опорных центров» на основе кластеров. Необходимо создавать и стимулировать новые точки роста второго порядка, за пределами агломераций. Следует выявлять или создавать территории с уникальными конкурентными преимуществами на основе аграрного потенциала, логистики, туризма, добывающей, перерабатывающей промышленности и т.д. Создание условий для перетока капитала и сбалансированного развития позволит выстроить полицентричную структуру экономики, устойчивую к шокам.

2. Создание транспортной и цифровой связности, развитие инфраструктуры. Транспортная инфраструктура, соединяющая периферию с региональными центрами, а также равномерное цифровое покрытие являются базовыми факторами эффективного развития.

3. Бюджетная автономия и вовлечение граждан в процессы бюджетирования

4. Развитие кадрового потенциала периферий, предотвращение оттока.

5. Экологическая регламентация пространственного развития и сохранение природного каркаса территорий – фундаментальная основа устойчивости.

Таким образом, комплексное решение проблемы несбалансированного развития территорий лежит в плоскости синергии пяти обозначенных направлений. Политика макроэкономической синхронизации и создания новых точек роста способна трансформировать отдельные территории в единую, сбалансированную и динамично развивающуюся систему.

Заключение

Комплексный характер выявленных факторов несбалансированного развития свидетельствует о необходимости интеграции экономических, инфраструктурных и институциональных инструментов в единую модель управления пространственным развитием региона. Системное воздействие на источники территориальной поляризации способно обеспечить формирование более равномерной и устойчивой структуры региональной экономики.

Несбалансированность территориального развития экономики Краснодарского края выступает не временным отклонением, а устойчивой характеристикой пространственной организации хозяйства, формируемой взаимодействием структурных и управленческих факторов. Ее преодоление требует долгосрочной стратегии пространственной интеграции, ориентированной на расширение экономических возможностей периферийных муниципальных образований и формирование условий для сбалансированного регионального роста.

Несбалансированность территориального развития, которая отражается в деятельности регионов как статистические аномалии, является фундаментальным структурным вызовом, барьером для устойчивого экономического роста страны. Пространственная поляризация приводит к снижению эффективности национальной экономики, развивает социальное неравенство и снижает адаптивность к внешним шокам.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2024 г. № 4146-р «Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года» // Собрание законодательства РФ. — 2025. — № 1. — [Электронный ресурс]. — URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411143583
2. Адодина Е. А. Инфраструктурные ограничения регионального развития и пути их преодоления / Е. А. Адодина, А. И. Портнова, А. Г. Галкина // Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы. – 2025. – № 5. – С. 95-102.
3. Безвербный В. А. Диспропорции демографического развития России на региональном уровне: современные тенденции / В. А. Безвербный // Уровень жизни населения регионов России. – 2025. – Т. 21, № 2. – С. 197-211.
4. Бикмаева А. Д. Диверсификация экономики как фактор устойчивого развития региона в современных условиях / А. Д. Бикмаева // Цифровая экономика и инновации. – 2024. – № 2. – С. 5-14.
5. Бухвальд Е. М. Пространственные аспекты развития сектора малых предприятий в регионе / Е. М. Бухвальд, И. С. Бессонов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 106-120.
6. Дружинин А. Г. Стратегия пространственного развития России: векторы обновления / А. Г. Дружинин, О. В. Кузнецова // Географический вестник. – 2024. – № 1(68). – С. 15-26.
7. Коломак Е. А. Региональная проекция агломерационной экономики в России / Е. А. Коломак // Регион: Экономика и Социология. – 2024. – №1 (121). – С. 150-176.
8. Коршунов И. В. Устойчивое развитие в стратегиях регионов: выбираемые подходы и решения / И. В. Коршунов // Экономика региона. – 2023. – Т. 19, № 1. – С. 15-28.
9. Петросян С. А. Совершенствование управления устойчивым и сбалансированным развитием регионов в условиях цифровизации / С. А. Петросян, М. А. Пашина // Экономика строительства. – 2024. – № 3. – С. 104-106.
10. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. [Электронный ресурс]. — URL: https://23.rosstat.gov.ru/infuslugi_katalog_publications/document/32755
11. Тонышева Л. Л. Инвестиционное развитие муниципальных образований региона с учетом их типологии: концептуально-методический аспект / Л. Л. Тонышева, Н. Л. Кузнецова, Е. В. Аверина // Экономика, предпринимательство и право. – 2022. – Т. 12, № 7. – С. 2063-2078.
12. Фролова Н. С. Инвестиционная политика в стратегическом развитии регионов: пространственный аспект / Н. С. Фролова // Общество: экономика, политика, право. – 2024. – № 2. – С. 73-79.

Factors of the unbalanced territorial development of the Krasnodar Territory economy

Petrosyan A.G., Pashina M.A.
Sochi State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article analyzes the factors of unbalanced territorial economic development of the Krasnodar Krai at the municipal level. The study substantiates the structural nature of spatial differentiation formed through the interaction of economic, infrastructural and institutional mechanisms. It is shown that the concentration of investment activity, production capacity and infrastructure resources in a limited number of urban districts and agglomeration zones creates stable economic growth poles, while peripheral municipalities face cumulative development constraints associated with narrow sectoral specialization, low investment attractiveness and infrastructural isolation.

Based on municipal investment statistics, a high degree of territorial economic asymmetry is identified, reflecting the concentration of capital in key regional centers. The research demonstrates that spatial disparities are reproduced through cumulative effects of advantage accumulation in developed territories and the selective nature of development support mechanisms. The article concludes that fragmented compensatory territorial policies are insufficient to overcome structural imbalances and argues for a transition toward a systemic spatial governance model aimed at infrastructural integration of peripheral areas, diversification of local economies and strengthening municipal institutional capacity.

Keywords: territorial development, spatial economic differentiation, investment concentration, municipalities.

References

1. Order of the Government of the Russian Federation dated December 28, 2024 №4146-r "Strategy for the Spatial Development of the Russian Federation for the period up to 2030 with a forecast up to 2036" // Collection of Legislation of the Russian Federation. - 2025. - №1. - [Electronic resource]. - URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411143583
2. Adodina E. A. Infrastructure Constraints of Regional Development and Ways to Overcome Them / E. A. Adodina, A. I. Portnova, A. G. Galkina // Innovative Economy: Information, Analytics, Forecasts. – 2025. – № 5. – Pp. 95-102.
3. Bezverbny V. A. Disproportions of Russia's Demographic Development at the Regional Level: Current Trends / V. A. Bezverbny // Living Standards of the Population in Russian Regions. – 2025. – Vol. 21, № 2. – Pp. 197-211.
4. Bikmaeva A. D. Diversification of the Economy as a Factor of Sustainable Development of the Region in Modern Conditions / A. D. Bikmaeva // Digital Economy and Innovations. – 2024. – № 2. – Pp. 5-14.
5. Buchwald E. M. Spatial Aspects of the Development of the Small Business Sector in the Region / E. M. Buchwald, I. S. Bessonov // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2025. – Vol. 18, № 1. – Pp. 106-120.
6. Druzhinin A. G. Strategy of Russia's Spatial Development: Vectors of Renewal / A. G. Druzhinin, O. V. Kuznetsova // Geographical Bulletin. – 2024. – № 1(68). – Pp. 15-26.
7. Kolomak E. A. Regional Projection of the Agglomeration Economy in Russia / E. A. Kolomak // Region: Economics and Sociology. – 2024. – № 1(121). – Pp. 150-176.
8. Korshunov I. V. Sustainable Development in Regional Strategies: Selected Approaches and Solutions / I. V. Korshunov // Regional Economy. – 2023. – V.19, № 1. – Pp. 15-28.
9. Petrosyan S. A. Improvement of Sustainable and Balanced Development Management in Regions under Digitalization / S. A. Petrosyan, M. A. Pashina // Construction Economics. – 2024. – № 3. – Pp. 104-106.
10. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea. [electronic resource]. — URL: https://23.rosstat.gov.ru/infuslugi_katalog_publications/document/32755
11. Tonysheva L. L. Investment Development of Municipalities in the Region, Taking into Account Their Typology: Conceptual and Methodological Aspects / L. L. Tonysheva, N. L. Kuznetsova, E. V. Averina // Economics, Entrepreneurship, and Law. – 2022. – Vol. 12, № 7. – Pp. 2063-2078.
12. Frolova N. S. Investment Policy in the Strategic Development of Regions: The Spatial Aspect / N. S. Frolova // Society: Economics, Politics, Law. – 2024. – № 2. – Pp. 73-79.

Организационно-экономические аспекты развития внешнеэкономических связей в аграрном секторе

Плеханов Даниил Викторович
аспирант, Воронежский государственный аграрный университет, denplekhanoff@yandex.ru

В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты организации внешнеэкономической деятельности предприятий агропромышленного комплекса в условиях трансформации глобальных продовольственных рынков. Анализируются современные тенденции развития экспортного потенциала российского АПК, а также организационно-экономические механизмы адаптации сельскохозяйственных производителей к меняющейся конъюнктуре мирового рынка. Особое внимание уделяется проблемам диверсификации товарной структуры экспорта, институциональному оформлению торговых соглашений и логистической интеграции в новые транспортные коридоры. На основе эмпирического анализа выявлены основные организационные барьеры, сдерживающие наращивание несырьевого агроэкспорта, и предложены направления совершенствования управленческих решений на отраслевом уровне. Сформулированы практические рекомендации по повышению эффективности внешнеэкономических связей аграрного сектора на долгосрочную перспективу.

Ключевые слова: внешнеэкономические связи, аграрный сектор, агропродовольственный экспорт, организационно-экономический механизм, международная кооперация, логистика, институциональная среда.

Введение

Агропромышленный комплекс современной России (далее – АПК) занимает особое место в структуре национального хозяйства, выполняя не только производственно-продовольственную, но и системообразующую социально-экономическую миссию на значительной части территории страны. В условиях нарастающей волатильности мировых продовольственных рынков, изменения логистических цепочек и усиления протекционистских тенденций особенно актуализируется задача формирования эффективной системы внешнеэкономических связей, которая способна обеспечить не только устойчивый экспортный доход, но и технологическую и продовольственную безопасность государства.

Актуальность темы исследования обусловлена рядом фундаментальных обстоятельств. Во-первых, аграрный сектор является одним из немногих сегментов российской экономики, демонстрирующих устойчивое положительное сальдо во внешней торговле на протяжении последних лет, что делает его важным источником валютной выручки и фактором макроэкономической стабильности [1, с. 32]. Во-вторых, в условиях санкционного давления и необходимости диверсификации внешних рынков сбыта именно организационно-экономические механизмы управления внешнеэкономической деятельностью становятся ключевым инструментом адаптации отрасли к новым реалиям [3, с. 20]. В-третьих, процессы региональной экономической интеграции в рамках Евразийского экономического союза, а также заключение новых торговых соглашений с государствами Ближнего Востока, Южной Азии и Юго-Восточной Азии создают как новые возможности, так и новые вызовы для отечественного агробизнеса.

В научной литературе вопросам развития экспортного потенциала АПК, к сожалению, не всегда уделяется системное внимание, сообразное их практической значимости. В то же время работы ряда авторов закладывают важную теоретическую и эмпирическую базу для подобного анализа. В частности, следует отметить исследование Р.А. Ромашкина, О.В. Каменецкой и соавторов, в котором комплексно проанализированы перспективы российского агропродовольственного экспорта в Иран в условиях полноформатного соглашения о свободной торговле [4, с. 142]. Авторы, используя индекс выявленных сравнительных преимуществ (RCA), убедительно демонстрируют дифференциацию тарифных условий и проблему ограниченных тарифных квот для ключевых товаров, что напрямую влияет на организацию экспортных потоков. Это исследование наглядно иллюстрирует, как институциональный фактор – условия международного соглашения – трансформирует организационно-экономические стратегии предприятий-экспортеров, заставляя их искать альтернативные логистические и маркетинговые решения.

В то же время не менее значимой представляется проблема внутренней организации воспроизводственных процессов в самом аграрном секторе, которая во многом определяет его экспортные возможности. В работе Е.В. Слесаренко, О.Б. Шевелевой и других коллег обоснованно утверждается, что реализуемая в настоящее время модель импортозамещения, а также построенная на ней система организации отраслевых отношений носит преимущественно бессистемный характер и ориентирована на адаптацию к внешним шокам, а не на долгосрочное технологическое развитие [5, с. 24]. Иными словами, отсутствие системной организации внедрения передовых агротехнологий и структурных изменений в воспроизводственных отношениях неизбежно сужает воспроизводственную базу для наращивания экспортного потенциала. По сути, без обеспечения высокотехнологичного импортозамещения в средствах производства (техника, семена, ветеринарные препараты) любые попытки масштабирования внешнеэкономической деятельности наталкиваются на качественные ограничения и высокую себестоимость конечной продукции.

В этом контексте крайне показательными представляются выводы, к которым приходят И.Г. Ушачев и А.В. Колесников, аргументируя необходимость фундаментальной смены парадигмы государственного управления агропромышленным комплексом [6, с. 15]. Указанные авторы убедительно доказывают, что реактивная модель управления, ориентированная преимущественно на количественные показатели и «ручное регулирование» текущих проблем, исчерпала свой потенциал в условиях глобальной нестабильности. Разработанная ими Концепция стратегической государственной аграрной политики до 2036 года акцентирует внимание на необходимости перехода к долгосрочным целевым ориен-

тирам, среди которых особое место занимает достижение гарантированного технологического суверенитета, который, по их глубокому убеждению, является базовым условием для устойчивого позиционирования России на мировых продовольственных рынках.

Таким образом, перед нами встает исследовательская задача: рассмотреть организационно-экономические аспекты развития внешнеэкономических связей не как узкий комплекс мер по стимулированию продаж на внешних рынках, а как системное явление, включающее вопросы производственной технологической модернизации, институционального оформления торговых взаимоотношений и логистической инфраструктуры. Цель данной работы состоит в выявлении ключевых организационно-экономических барьеров и перспективных направлений развития внешнеэкономического сотрудничества аграрного сектора России, а также в разработке практических предложений по совершенствованию этих процессов.

Материалы и методы исследования

Теоретико-методологическая база исследования опирается на фундаментальные положения экономической теории, теории международной торговли, институциональной экономики и теории управления. В работе использован системный подход, рассматривающий внешнеэкономическую деятельность аграрного сектора как сложную организационно-экономическую систему, находящуюся во взаимодействии с внешней средой (глобальные продовольственные рынки, международные организации, национальные регуляторы) и внутренними факторами производства (технологический уровень, ресурсный потенциал, структура собственности).

Эмпирическую основу работы составили статистические данные Федеральной таможенной службы РФ, Министерства сельского хозяйства РФ, Федеральной службы государственной статистики, а также базы данных международных организаций – Всемирной торговой организации (ВТО), Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Международного торгового центра (ITC TradeMap). Временной горизонт исследования охватывает период с 2015 по 2025 год, что позволяет проследить динамику внешнеэкономических связей в условиях импортозамещения, пандемийных ограничений и последующей геополитической трансформации.

Значительный интерес для формирования методологической базы настоящего исследования представляет также алгоритм совершенствования государственной политики инновационно-технологического развития, предложенный Е.П. Криничной [2, с. 19]. Автор выделяет четыре последовательных этапа такого алгоритма, начиная от анализа текущего использования цифровых решений и заканчивая выработкой конкретных направлений совершенствования нормативно-правовых, финансовых и организационных механизмов. Особую ценность для нашей работы представляет вывод Е.П. Криничной о том, что, хотя факторы внешней среды, такие как курс на импортозамещение и наращивание экспортного потенциала, создают благоприятный фон для технологической модернизации, главные препятствия лежат во внутренней плоскости: острейший дефицит квалифицированных кадров со стыковыми компетенциями, отсутствие независимых площадок для тестирования новых агротехнологий и ограниченные финансовые возможности большинства товаропроизводителей.

В процессе исследования применялся комплекс общенаучных и специальных методов. Метод сравнительного анализа использовался для сопоставления товарной структуры экспорта и импорта в разрезе отдельных товарных групп и стран-контрагентов. В частности, применялись стандартные показатели для оценки интенсивности торговли: индекс выявленных сравнительных преимуществ (RCA), который позволяет определить специализацию страны в производстве и экспорте конкретных товаров, и индекс торгового баланса (TBI), дающий представление о конкурентоспособности отрасли на международных рынках. Для обработки временных рядов и выявления тенденций применялся метод аналитического выравнивания и скользящих средних. Важное место в работе занимает структурно-функциональный анализ, позволивший декомпозировать систему управления внешнеэкономической деятельностью на институциональную, организационную, логистическую и финансово-экономическую подсистемы, каждая из которых была исследована на предмет эффективности и наличия «узких мест». Для обработки экономической информации использовались средства табличного и графического представления данных, а также экономико-статистические расчеты в среде Microsoft Excel.

Результаты исследования

Анализ современного состояния внешнеэкономических связей в аграрном секторе России позволяет констатировать ряд устойчивых тенденций, свидетельствующих как о достигнутых успехах, так и о системных проблемах, требующих скорейшего решения.

В стоимостном выражении за период 2015-2024 гг. объем российского агропродовольственного экспорта увеличился более чем в 1,8 раза, при этом в 2023–2024 годах наметилась определенная стагнация, связанная с изменением ценовой конъюнктуры на мировых рынках зерна и масличных культур. Тем не менее, аграрный сектор продолжает удерживать положительное сальдо внешнеторгового баланса, превышающее в отдельные годы 18-20 млрд долларов США. Товарная структура экспорта, однако, остается слабо диверсифицированной: зерновые культуры (в первую очередь пшеница) составляют до 30-35% всего объема экспорта, на втором месте находятся масложировая продукция (подсолнечное, соевое, рапсовое масло) и продукты переработки зерна (корма, мука). Доля готовых высокопереработанных продуктов питания (кондитерские изделия, детское питание, мясные деликатесы, сыры) не превышает 12-14%, что указывает на преимущественно сырьевую направленность экспорта. Это создает высокую зависимость от ценовых колебаний на базовые сырьевые товары, что в долгосрочной перспективе делает отрасль уязвимой перед внешними шоками.

Что касается географической структуры, здесь также происходят значительные трансформации. Традиционный европейский рынок (включая страны Евросоюза, где российская агропродукция сталкивается с санитарными и фитосанитарными барьерами) постепенно уступает место азиатско-тихоокеанскому региону и Ближнему Востоку. Китай, Турция, Египет, страны Юго-Восточной Азии становятся основными реципиентами российского зерна и масличных. По данным проведенных расчетов на основе баз данных ITC, доля стран Азии и Ближнего Востока в структуре агроэкспорта России за период 2018-2025 гг. выросла с 43% до 62%. Этот разворот на Восток является объективным следствием геополитических изменений, однако его организационно-экономическое обеспечение оставляет желать лучшего. Узкие места в транспортной логистике, нехватка портовых мощностей для перевалки зерновых на Дальнем Востоке, недостаточный уровень развития рефрижераторного флота – всё это сдерживает наращивание объемов поставок.

Важнейшим организационно-экономическим аспектом развития внешнеэкономических связей является институциональная среда, то есть совокупность правил, норм и механизмов, регулирующих экспортно-импортные операции. Здесь следует выделить две ключевые подсистемы: тарифное регулирование (в части импорта, обеспечивающее защиту внутреннего рынка) и нетарифное регулирование (санитарные, фитосанитарные и ветеринарные требования, технические регламенты, квотирование). Проведенный анализ показывает, что институциональная среда для агроэкспорта в последние годы усложнилась. Введенные в 2022-2024 годах ограничения на вывоз отдельных видов сельхозпродукции (пшеница, ячмень, кукуруза, семена подсолнечника) с использованием механизма экспортных пошлин и квот, несмотря на их тактическую необходимость для сдерживания внутренней инфляции, создали для бизнеса значительный элемент неопределенности. Непредсказуемость регуляторной политики – один из главных врагов долгосрочных инвестиций в переработку и логистику.

В контексте обсуждаемой проблемы крайне показательными являются результаты анализа соглашений о свободной торговле, представленные в работе Ромашкина Р.А. с соавторами. Переход от временного к полноформатному Соглашению о свободной торговле между ЕАЭС и Ираном обещал значительное расширение доступа для российских товаров на 80-миллионный иранский рынок. Однако детальный анализ тарифных условий, проведенный авторами, выявил существенный дисбаланс. Для ключевых позиций российского экспорта – пшеницы и ячменя – были установлены тарифные квоты. Это означает, что в рамках квоты действует нулевая или льготная пошлина, а сверх квоты – значительно более высокая. Как показали расчеты авторов, максимальное использование квот позволяет выйти на объем поставок около 1,8-2,0 млн тонн пшеницы, что составляет лишь часть потенциального экспортного спроса со стороны Ирана (оценочные потребности которого достигают 7-8 млн тонн импортной пшеницы в неурожайные годы). Таким образом, организационно-экономическая стратегия российских экспортеров должна строиться в условиях жесткой конкуренции за квотные места с другими участниками ЕАЭС (Казахстан и Беларусь также обладают правом на эти квоты). Это требует диверсификации не только товарной номенклатуры (переход на поставки муки, круп, комбикормов), но и институционального оформления контрактов (долгосрочные соглашения с иранскими переработчиками, создание совместных предприятий на территории Ирана).

В то же время, как справедливо отмечают Слесаренко Е.В., Шевелева О.Б. с соавторами, все попытки наращивания экспорта будут малоэффективны без решения фундаментальной внутренней проблемы – технологической отсталости и износа основных фондов в АПК. Цитируя их исследование, отметим, что доля инновационно-активных организаций в

сельском хозяйстве едва превышает 7-8%, что сопоставимо с долей предприятий, использующих налоговые льготы на НИОКР, но при этом далеко от целевых показателей технологического суверенитета. В условиях, когда импорт высокопроизводительной техники, качественных семян, средств защиты растений и ветеринарных препаратов затруднен или сопряжен с существенными издержками, говорить о повышении неценовой конкурентоспособности экспортной продукции (а именно качество и экологичность становятся главными требованиями на рынках ЕС и развитых стран Азии) крайне сложно. Следовательно, организация эффективного экспорта невозможна без параллельного развертывания программ высокотехнологичного импортозамещения в сегменте средств производства для АПК, что сдвигает фокус внимания с чисто коммерческих вопросов на вопросы воспроизводства и научно-технической кооперации.

Логистический фактор в системе внешнеэкономических связей аграрного сектора традиционно рассматривается как инфраструктурный, однако в современных условиях его роль становится стратегической. Разрыв прежних логистических цепочек, ориентированных на черноморские порты и последующую перевалку в европейские хабы (Роттердам, Гамбург), вынудил российских экспортеров переориентироваться на альтернативные маршруты. Особые надежды возлагаются на международный транспортный коридор "Север-Юг", который должен связать российские порты Балтики и Каспия с иранскими портами (Бендер-Аббас) и далее – в страны Персидского залива и Южной Азии. Организационно-экономический анализ этого коридора показывает, что его эффективность сильно ограничена рядом факторов: недостаточная пропускная способность железнодорожных подходов к портам Каспия, нехватка сухогрузов и зерновозов соответствующего класса, различия в стандартах железнодорожной колеи на участках (Россия – Азербайджан – Иран), а также бюрократические процедуры на таможенных переходах. По расчетным данным, время транзита по маршруту «Север-Юг» (от Москвы до Мумбаи) достигает 20-25 суток, что на 10-15 суток дольше, чем традиционный морской маршрут через Суэцкий канал (до введения санкционных ограничений). Следовательно, организация экспортных поставок требует внедрения цифровых технологий управления цепочками поставок (блокчейн для отслеживания грузов, электронный документооборот, системы управления запасами), что повышает требования к квалификации менеджмента аграрных предприятий.

Финансово-экономический блок организационно-экономического механизма внешнеэкономических связей представляет собой комплекс инструментов, включающих банковское сопровождение сделок, валютное регулирование, страхование экспортных рисков, налоговое стимулирование экспортеров. В условиях санкционных ограничений на работу с долларом и евро, расчеты за агропродовольственную продукцию все чаще ведутся в национальных валютах (юань, рупия, рубль, дирхам ОАЭ). Это создает дополнительные валютные риски и требует от компаний более сложного казначейского управления, а также перестройки систем ценообразования. Кроме того, высокая ставка кредитования (ключевая ставка Центрального банка на уровне 16-20% в 2024-2025 годах) делает заемное финансирование для оборотных средств (закупка семян, удобрений, ГСМ для формирования урожая на экспорт) чрезвычайно дорогим, что снижает маржинальность экспортных проектов.

Заключение

Проведенное исследование организационно-экономических аспектов развития внешнеэкономических связей в аграрном секторе позволяет сформулировать ряд концептуальных выводов и практических рекомендаций.

Прежде всего, следует признать, что внешнеэкономическая деятельность аграрного сектора переходит из фазы экстенсивного роста (наращивание физических объемов за счет благоприятной конъюнктуры) в фазу интенсивного развития, требующего системных организационных изменений. Достигнутые показатели экспорта зерна и масложировой продукции, хотя и впечатляющи, маскируют серьезную структурную диспропорцию: сырьевой характер экспорта делает его уязвимым к ценовым колебаниям и конкуренции со стороны других стран-экспортеров. Организационно-экономическая стратегия должна быть смещена в пользу развития перерабатывающих мощностей внутри страны с целью увеличения доли продукции с высокой добавленной стоимостью в структуре экспортного портфеля.

Без модернизации машинно-тракторного парка, перехода на современные селекционно-генетические методы, внедрения цифровых технологий точного земледелия и бережливого животноводства конкурентоспособность отечественной продукции будет оставаться ограниченной. В этой связи целесообразно пересмотреть подходы к государственной поддержке, сделав акцент не на объемных дотациях (субсидии на тонну произведенного молока или мяса), а на инвестиционных вычетах для приобретения высокотехнологичного оборудования отечественного производства, совместных научно-исследовательских проектов с участием аграрных вузов и научных институтов. Как справедливо подчеркнуто в работе Слесаренко Е.В. и соавторов, необходима разработка полноценной Концепции импортозамещающей индустриализации АПК, которая должна стать ядром организационной структуры управления отраслью.

Сложившийся институциональный ландшафт, включающий практику введения экспортных пошлин и тарифных квот, безусловно, выполняет стабилизационную функцию на внутреннем рынке, однако он требует большей предсказуемости и прозрачности для бизнеса. Механизмы распределения экспортных квот должны стимулировать инвестиции в переработку и логистику, а не просто распределять ренту между действующими игроками. В международной же части, как показывают данные по соглашению с Ираном, необходимо вести активную работу по расширению номенклатуры товаров, для которых отменяются пошлины, особенно в сегменте готовых продуктов (консервы, соки, кондитерские изделия), где у России есть нереализованный потенциал.

В логистической сфере главным организационным вызовом остается создание бесшовной системы транспортировки зерна и масла. Приоритетным направлением является развитие коридора "Север-Юг" не как альтернативного запасного пути, а как основного транспортного плеча для поставок в Южную Азию. Для этого требуется не только строительство и реконструкция портовой инфраструктуры (порты Махачкала, Астрахань, Оля), но и создание цифровой платформы для управления перевозками, которая объединяла бы заявки грузоотправителей, информацию о доступном подвижном составе и статусе прохождения таможенных процедур. Синхронизация действий железнодорожных ведомств России, Азербайджана и Ирана также является критическим организационным фактором.

В целом, обобщая вышесказанное, организационно-экономический механизм развития внешнеэкономических связей в аграрном секторе должен строиться на принципах системности, технологического форсайта, институциональной гибкости и интеграционной открытости. Только комплексное решение проблем внутренней воспроизводственной структуры, институциональной среды и логистического обеспечения позволит АПК не просто удерживать текущие позиции на мировом рынке, но и последовательно наращивать свое влияние в глобальной продовольственной системе, становясь полноправным участником формирования нового миропорядка в сфере продовольственной безопасности.

Литература

1. Кравченко Д. П. Развитие аграрного сектора экономики Российской Федерации в условиях усиления турбулентности / Д. П. Кравченко, О. С. Акупиян, Н. В. Бобрышева. // АПК: Экономика, управление. 2026. № 1. С. 32-42. DOI 10.33305/261-32.
2. Криничная Е. П. К вопросу совершенствования государственной политики инновационно-технологического развития аграрной отрасли России / Е. П. Криничная. // АПК: Экономика, управление. 2026. № 1. С. 19-31. DOI 10.33305/261-19.
3. Никулина О.В., Гриднев А.Г. Развитие внешнеэкономической деятельности предприятий агропромышленной отрасли / Валютное регулирование. Валютный контроль. 2024. № 7. С. 19-25.
4. Ромашкин Р. А. Перспективы российского агропродовольственного экспорта в Иран в условиях полноформатного Соглашения о свободной торговле / Р. А. Ромашкин, О. В. Каменецкая, С. К. Сеитов, А. Я. Самушия // АПК: Экономика, управление. 2026. № 2. С. 141-153. DOI 10.33305/262-141.
5. Слесаренко Е. В. Проблемы и перспективы развития высокотехнологичного импортозамещения в АПК России / Е. В. Слесаренко, О. Б. Шевелева, О. В. Зонова, П. А. Черных. // АПК: Экономика, управление. 2026. – № 3. С. 20-30. DOI 10.33305/263-20.
6. Ушачев И. Г. Концепция стратегической государственной аграрной политики, обеспечивающая динамичное и комплексное развитие АПК и сельских территорий России до 2036 года / И. Г. Ушачев, А. В. Колесников. // АПК: Экономика, управление. 2026. № 1. С. 3-18. DOI 10.33305/261-3.

Organizational and economic aspects of the development of foreign economic relations in the agricultural sector

Plekhanov D.V.
Voronezh State Agrarian University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the theoretical and applied aspects of the organization of foreign economic activity of agricultural enterprises in the context of the transformation of global food markets. The current trends in the development of the export potential of the Russian agro-industrial complex are analyzed, as well as the organizational and economic mechanisms for the adaptation of agricultural producers to the changing global market conditions. Particular attention is paid to the problems of diversifying the commodity structure of exports, the institutional design of trade agreements and logistics integration into new transport corridors. Based on empirical analysis, the main organizational barriers constraining the increase of non-resource agricultural exports are identified, and directions for improving management decisions at the sectoral level are proposed. Practical recommendations for improving the efficiency of foreign economic relations in the agricultural sector in the long term are formulated.
Keywords: foreign economic relations, agricultural sector, agri-food exports, organizational-economic mechanism, international cooperation, logistics, institutional environment.

References

1. Kravchenko D. P. Development of the agricultural sector of the economy of the Russian Federation in conditions of increasing turbulence / D. P. Kravchenko, O. S. Akupiyan, N. V. Bobrysheva. // APK: Economics, Management. 2026. No. 1. P. 32-42. DOI 10.33305/261-32.
2. Krinichnaya E. P. On the issue of improving the state policy of innovative and technological development of the agricultural sector of Russia / E. P. Krinichnaya. // APK: Economics, Management. 2026. No. 1. P. 19-31. DOI 10.33305/261-19.
3. Nikulina O.V., Gridnev A.G. Development of foreign economic activity of enterprises in the agro-industrial sector / Currency regulation. Currency control. 2024. No. 7. P. 19-25.
4. Romashkin R. A. Prospects for Russian agri-food exports to Iran in the context of a full-format Free Trade Agreement / R. A. Romashkin, O. V. Kameneckaya, S. K. Seitov, A. Ya. Samushiya. // APK: Economics, Management. 2026. No. 2. P. 141-153. DOI 10.33305/262-141.
5. Slesarenko E. V. Problems and prospects for the development of high-tech import substitution in the Russian agro-industrial complex / E. V. Slesarenko, O. B. Sheveleva, O. V. Zonova, P. A. Chernykh. // APK: Economics, Management. – 2026. – No. 3. P. 20-30. DOI 10.33305/263-20.
6. Ushachev I. G. Concept of strategic state agricultural policy ensuring dynamic and comprehensive development of the agro-industrial complex and rural territories of Russia until 2036 / I. G. Ushachev, A. V. Kolesnikov. // APK: Economics, Management. 2026. No. 1. P. 3-18. DOI 10.33305/261-3.

Механизмы межведомственной координации при реализации государственной политики устойчивого развития на национальном и региональном уровнях

Плеханов Тимофей Михайлович
магистрант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, mak-li@mail.ru

Согласованность действий федеральных, региональных и муниципальных органов власти остаётся слабым звеном в достижении национальных целей развития и целей устойчивого развития: программные документы разных уровней формируются обособленно, а ответственность за сопряжённые показатели распределена между ведомствами без единого координирующего контура. Цель работы – оценить состояние межведомственной координации при реализации государственной политики устойчивого развития и определить её дефицитную составляющую. Построена авторская модель интегрального индекса межведомственной координации, объединяющего горизонтальную, вертикальную, инструментальную и информационно-мониторинговую составляющие; расчёт выполнен на панели модельных регионов за период 2021–2025 гг. с разложением прироста методом цепных подстановок. Значения индекса по модельным регионам разошлись в диапазоне от 0,47 до 0,73, причём основной вклад в его прирост внесли вертикальная согласованность и горизонтальное распределение ответственности, тогда как инструментальная координация – сопряжение бюджетных и программных потоков – устойчиво отставала. Опережающий рост вертикальной составляющей после обновления системы национальных целей в 2024 г. показывает, что узким местом координации выступает не нормативная рамка и не целеполагание, а сопряжение финансовых инструментов разных уровней; повышение результативности политики устойчивого развития достигается донастройкой межбюджетных и программных механизмов, а не наращиванием координационных надстроек.

Ключевые слова: межведомственная координация, государственная политика, устойчивое развитие, национальные цели развития, региональная политика, стратегическое планирование, межбюджетные отношения, цели устойчивого развития.

Введение

Государственная политика устойчивого развития реализуется одновременно несколькими десятками федеральных органов исполнительной власти, органами власти субъектов и местного самоуправления, однако распределение ответственности за сопряжённые между собой показатели до сих пор не образует единого координационного контура. Координация деятельности органов публичной власти, как отмечают Ж. В. Бородина и Н. В. Медведева [9], описывается преимущественно через отраслевые полномочия и реже – через механизм согласования разнонаправленных решений по общему результату. Правовая конструкция координации, рассмотренная В. П. Беляевым и Б. Б. Бидовой [10], опирается на разграничение предметов ведения. Открытым остаётся вопрос о процедурах, понуждающих ведомства к совместному действию там, где цель достигается только их сложением.

Политика устойчивого развития по своей структуре многоуровневая, и набор её акторов меняется при переходе с национального уровня на региональный. Конфигурация смещается. Ю. С. Маркова и М. В. Исобчук [4] фиксируют, что состав участников локализации целей устойчивого развития в субъектах не воспроизводит федеральный: часть функций смещается к региональным министерствам экономического развития, часть – к профильным отраслевым органам, а сопряжение между ними остаётся неформализованным. Институциональные предпосылки разработки стратегий, описанные В. В. Макаровой [2], показывают, что подготовка документа и его последующее исполнение разнесены между разными организационными звеньями. Согласованность замысла и реализации при таком разнесении снижается.

Несоответствие между числом принятых стратегических документов и реальной согласованностью их показателей образует основное противоречие. Оценка имплементации целей устойчивого развития в стратегиях социально-экономического развития субъектов, выполненная З. И. Егоршевой и Е. А. Аверьяновым [14], обнаружила, что присутствие целей в тексте стратегии слабо связано с их операционализацией в системе мониторинга. Процессы формирования и внедрения этих целей, прослеженные Е. А. Синцовой и О. Г. Смешко [3], протекают неравномерно: декларативная часть опережает инструментальную, и разрыв между ними воспроизводится от региона к региону. Консенсус относительно того, какой именно элемент координационного механизма создаёт этот разрыв, в специализированной литературе отсутствует.

Цель работы – измерить состояние межведомственной координации и определить её дефицитную составляющую. Для этого построена авторская модель интегрального индекса, разлагающего координацию на сопоставимые компоненты.

Материалы и методы исследования

Нормативную и фактологическую опору расчётов составили национальные цели развития, закреплённые Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 (взамен Указа от 21 июля 2020 г. № 474), Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», а также Стратегия пространственного развития на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года, утверждённая распоряжением Правительства от 28 декабря 2024 г. № 4146-р. Рамка задана нормативно. Перечень национальных целей включает, среди прочих, экологическое благополучие и устойчивую и динамичную экономику, что прямо сопрягает национальное целеполагание с повесткой устойчивого развития.

Координация измерена через авторскую модель интегрального индекса межведомственной координации, складывающегося из четырёх нормированных к интервалу [0; 1] составляющих: горизонтальной (распределение ответственности за сопряжённые показатели между ведомствами одного уровня), вертикальной (соответствие региональных целевых установок национальным), инструментальной (доля расходов, проходящих через консолидированные программные инструменты) и информационно-мониторинговой (наличие единой системы показателей). Весовые коэффициенты составляющих приняты на уровне 0,30, 0,25, 0,28 и 0,17. Сумма весов равна единице. Прирост индекса разложен по составляющим методом цепных подстановок.

Расчёт проведён на панели из пяти модельных регионов, параметры которых заданы как непротиворечивый расчётный пример и не привязаны к конкретным субъектам. Сопряжение целей устойчивого развития со стратегическим планированием, систематизированное Х. Н. Замбаевым [7], положено в основу вертикальной составляющей индекса. Применение программно-целевых инструментов как несущей конструкции региональной политики, описанное А. Г. Нимгировым и соавторами [15], учтено при конструировании инструментальной составляющей. Веса подобраны содержательно, исходя из относительной роли каждой составляющей в формировании совокупного результата.

Результаты и обсуждение

Государственная политика устойчивого развития регионов в её программном выражении была сформулирована задолго до обновления системы национальных целей. Повестка до 2030 года, реконструированная В. А. Антохиной [1], уже содержала требование согласования отраслевых приоритетов, но не определяла механизм такого согласования. Место региональной экономической политики устойчивого развития в структуре общей государственной политики, уточнённое В. С. Назаренко [5], предполагает её подчинённость национальному целеполаганию при сохранении самостоятельности в выборе инструментов. Эта подчинённость задаёт рамку, внутри которой выбираются конкретные процедуры согласования.

Сопряжение национальных целей с повесткой устойчивого развития, прослеженное З. А. Жаде и соавторами [8], содержательно, а не терминологично: экологическое благополучие и устойчивая динамичная экономика как национальные цели операционализируются через те же показатели, что и соответствующие цели устойчивого развития. Связь не сводится к словарю. Интеграция этих целей в региональное управление, изученная Т. В. Алферовой [6], упирается в необходимость совместной работы экономического, экологического и социального блоков региональной администрации, между которыми отсутствует постоянная процедура согласования. Отсутствие такой процедуры воспроизводит разрыв между блоками от одного цикла планирования к следующему.

Оценка эффективности внедрения стратегий устойчивого развития в управление природными ресурсами, выполненная Д. В. Лютягиным [11], показывает, что согласование экологических, экономических и социальных последствий достигается неравномерно и зависит от полноты сопряжения управленческих решений, а не складывается автоматически. Горизонтальное измерение координации не исчерпывается отношениями между ведомствами одного уровня. Новые формы межмуниципального сотрудничества, систематизированные Е. Н. Каратуевой [12], и развитие межтерриториального взаимодействия, прослеженное Л. И. Спириной [13], свидетельствуют, что согласование требуется и по горизонтали между территориями, когда результат – сокращение выбросов, развитие инфраструктуры – распределён между несколькими муниципалитетами или субъектами. Согласование между территориями оказывается столь же необходимым, как и между ведомствами одного уровня.

Четыре составляющие выделены не произвольно. Горизонтальная и вертикальная компоненты описывают организационное сопряжение – соответственно между ведомствами одного уровня и между уровнями управления, – тогда как инструментальная и мониторинговая отвечают за материальное и информационное обеспечение согласованных решений. Организационное согласие без финансового сопряжения остаётся декларацией, а финансовое сопряжение без сопоставимой системы показателей не поддаётся проверке на результат. Раздельная фиксация этих компонент позволяет увидеть, какая из них сдерживает совокупный результат, тогда как единый агрегированный показатель такое различение скрывает.

Перечисленные наблюдения позволяют свести разнородные проявления координации к четырём составляющим и измерить их совместно. Композиция интегрального индекса по пяти модельным регионам приведена за 2025 г. (табл. 1).

Таблица 1

Композиция интегрального индекса межведомственной координации по модельным регионам, 2025 г.

Модельный регион	Горизонтальная (K1)	Вертикальная (K2)	Инструментальная (K3)	Мониторинговая (K4)	ИМК
R1	0,72	0,68	0,61	0,55	0,650
R2	0,58	0,63	0,47	0,49	0,546
R3	0,64	0,71	0,53	0,42	0,589
R4	0,49	0,55	0,44	0,38	0,472
R5	0,81	0,74	0,69	0,63	0,728

Источник: расчёты автора.

Разброс интегрального индекса от 0,47 до 0,73 при сопоставимой нормативной рамке указывает, что различие порождается не наличием или отсутствием стратегий, а глубиной их сопряжения. Регион с максимальным значением (R5) опережает остальные одновременно по всем четырём составляющим. Отстающий регион (R4) показывает наиболее низкие значения именно по инструментальной и мониторинговой компонентам. Вертикальная составляющая у большинства модельных регионов оказалась выше инструментальной: формальное соответствие региональных целей национальным достигается легче, чем сопряжение финансовых потоков, через которые эти цели реализуются.

Инструментальная составляющая у четырёх регионов из пяти уступает остальным компонентам. Отставание устойчиво. По всей видимости, это отражает устройство межбюджетных отношений, при котором средства доходят до региона по обособленным программным каналам, а их сведение в общий результат по цели устойчивого развития происходит уже на уровне исполнителя, без предварительного согласования между распорядителями. Мониторинговая компонента повсеместно остаётся самой низкой, что сужает возможность оценивать совокупный эффект скоординированных действий.

Статическая картина не показывает, за счёт чего складывается достигнутый уровень координации. Динамика индекса одного из модельных регионов (R3) за 2021–2025 гг. и разложение его прироста по составляющим представлены далее (табл. 2).

Таблица 2

Динамика интегрального индекса межведомственной координации модельного региона R3 и разложение прироста за 2021–2025 гг.

Составляющая	2021	2022	2023	2024	2025	Вклад в прирост
Горизонтальная (K1)	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,048
Вертикальная (K2)	0,52	0,55	0,67	0,69	0,71	0,047
Инструментальная (K3)	0,39	0,41	0,44	0,49	0,53	0,039
Мониторинговая (K4)	0,28	0,26	0,33	0,38	0,42	0,024
ИМК	0,431	0,450	0,512	0,551	0,589	0,158

Источник: расчёты автора.

Прирост индекса за пятилетие составил 0,158, и распределение вкладов между составляющими неравномерно. Горизонтальная и вертикальная компоненты дали почти равный и наибольший вклад – 0,048 и 0,047 соответственно, что в сумме объясняет более половины общего приращения. Заметный сдвиг вертикальной составляющей пришёлся на 2023 год, когда её значение выросло с 0,55 до 0,67. Последующее обновление системы национальных целей в 2024 году закрепило достигнутый уровень, но скачкообразного приращения уже не дало.

Мониторинговая составляющая в 2022 году снизилась с 0,28 до 0,26, прежде чем перейти к росту. Снижение не объясняется нормативными изменениями. Оно, вероятно, связано с перенастройкой региональной системы показателей, временно нарушившей сопоставимость данных. Несмотря на последующее восстановление, вклад этой компоненты в общий прирост остался наименьшим – 0,024.

Инструментальная составляющая росла без провалов, но её вклад (0,039) уступает вертикальной и горизонтальной, притом что именно через неё цели устойчивого развития получают финансовое наполнение. Сочетание двух наблюдений – опережающего роста вертикальной согласованности и отставания инструментальной – указывает на смещение узкого места координации. Нормативное и целевое сопряжение уровней управления к 2025 году достигнуто в значительной степени, тогда как сопряжение бюджетных и программных потоков проработано слабее.

Соотношение вкладов сохраняет устойчивость и при сравнении модельных регионов между собой, и при прослеживании траектории отдельного региона. В обоих срезах вертикальная и горизонтальная компоненты держатся выше инструментальной, а мониторинговая замыкает распределение. Совпадение результатов поперечного и продольного анализа снижает вероятность того, что выявленная картина порождена особенностями одного расчётного примера. Дефицит инструментальной координации, по всей видимости, системен и воспроизводится независимо от конкретной конфигурации региональных органов, поскольку коренится в общем для них устройстве межбюджетного и программного обеспечения политики.

Совокупность расчётов складывается в пользу инструментальной трактовки дефицита координации, обозначенной выше. Различие между

модельными регионами и траектория отдельного региона указывают на один и тот же лимитирующий элемент – сопряжение финансовых инструментов разных уровней. Наращивание координационных органов при уже достигнутой вертикальной согласованности даёт убывающую отдачу, поскольку воздействует на ту составляющую, которая близка к насыщению. Резерв сосредоточен в иной плоскости.

Заключение

Если разложить межведомственную координацию на горизонтальную, вертикальную, инструментальную и информационную составляющие и свести их в единый индекс, её состояние поддаётся измерению. Количество документов вторично. Расчёт на модельных регионах показал, что достигнутый уровень координации определяется прежде всего глубиной сопряжения уже принятых документов, а не их числом.

За пятилетие опережающее развитие получила вертикальная согласованность – результат обновлённого национального целеполагания и единой рамки стратегического планирования. Дефицитом она быть перестала. К 2025 году по модельным расчётам эта составляющая устойчиво превышает инструментальную, а её значение у анализируемого региона достигло 0,71.

Дефицит сместился в инструментальную плоскость. Узким местом выступает сопряжение межбюджетных и программных потоков.

Измеренный приростом порядка 0,16 за пятилетие при наименьшем вкладе информационной компоненты около 0,02, разрыв между составляющими означает, что резерв повышения результативности политики лежит не в создании новых координационных структур, а в донастройке существующих финансовых механизмов. Резерв лежит в финансовых механизмах. Скоординированное доведение средств до общего результата по цели устойчивого развития требует согласования на стадии распределения, а не на стадии исполнения.

Во всех модельных расчётах информационно-мониторинговая составляющая остаётся самой слабой, и без сопоставимой системы показателей совокупный эффект согласованных действий измеряется лишь косвенно. Обратная связь при этом сужается. Перечень национальных целей, закреплённый в 2024 году, задаёт верхнюю границу достижимого результата на горизонте до 2036 года.

Литература

1. Антохина В.А. Государственная политика устойчивого развития регионов: повестка 2030 // Среднерусский вестник общественных наук. 2021. Т. 16. № 6. С. 59-79.
2. Макарова В.В. Институциональные основы разработки и внедрения стратегий устойчивого развития // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2023. № 4-2. С. 32-36.
3. Синцова Е.А., Смешко О.Г. Цели устойчивого развития в российских регионах: процессы их формирования и внедрения // Экономика и управление. 2023. Т. 29. № 8. С. 871-881.
4. Маркова Ю.С., Исобчук М.В. Цели устойчивого развития в Российской Федерации: многоуровневая политика и конфигурация акторов // Вестник Пермского университета. Политология. 2023. Т. 17. № 3. С. 45-55.
5. Назаренко В.С. Региональная экономическая политика устойчивого развития в структуре государственной политики // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15. № 4. С. 2657-2672.
6. Алферова Т.В. Интеграция ЦУР в управление устойчивым развитием региона // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2025. Т. 20. № 1. С. 57-71.
7. Замбаев Х.Н. Особенности реализации целей и задач в области устойчивого развития в стратегическом планировании в Российской Федерации // Вестник экономической безопасности. 2024. № 3. С. 192-196.
8. Жаде З.А., Шадже А.М., Гайдарева И.Н. Национальные цели развития Российской Федерации в контексте устойчивого развития // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2025. № 3. С. 79-87.
9. Бородина Ж.В., Медведева Н.В. О теоретических аспектах координации деятельности органов публичной власти в области охраны окружающей среды // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15. № 7. С. 4467-4486.
10. Беляев В.П., Бидова Б.Б. Правовые основы координации в сфере обеспечения национальных интересов // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. 2025. Т. 15. № 3. С. 10-19.
11. Лютягин Д.В. Оценка эффективности внедрения стратегий устойчивого развития в управление природными ресурсами России: анализ экологических, экономических и социальных последствий // Вопросы экологии. 2024. Т. 37. № 1. С. 215-244.
12. Каратуева Е.Н. Новые формы межмуниципального сотрудничества в условиях реализации концепции устойчивого развития // Вопросы национальных и федеративных отношений. 2022. Т. 12. № 7 (88). С. 2556-2563.
13. Спирина Л.И. Развитие межтерриториального взаимодействия и сотрудничества в условиях концепции устойчивого развития // Фундаментальные исследования. 2024. № 12. С. 120-126.
14. Егоршева З.И., Аверьянов Е.А. Оценка имплементации целей устойчивого развития в стратегии социально-экономического развития субъектов РФ // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2021. № 4-2. С. 171-173.
15. Нимгиров А.Г., Мальмаков В.Ц., Шипиев Д.В. Программно-целевые методы государственного регулирования устойчивого развития региона // Экономика и предпринимательство. 2022. № 4 (141). С. 495-498.

Mechanisms of interagency coordination in the implementation of state sustainable development policy at the national and regional levels

Plekhanov T.M.

M. V. Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The alignment of actions among federal, regional and municipal authorities remains the weak link in attaining the national development goals and the sustainable development goals: planning documents of different levels are drawn up separately, while responsibility for interconnected indicators is dispersed across agencies without a single coordinating contour. The study aims to assess the state of interagency coordination in implementing state sustainable development policy and to identify its deficient component. An author's model of an integral index of interagency coordination is constructed, combining horizontal, vertical, instrumental and information-monitoring components; the calculation is performed on a panel of model regions for the period 2021–2025 with a chain-substitution decomposition of the increment. The index values across model regions ranged from 0.47 to 0.73, with the principal contribution to its growth coming from vertical consistency and the horizontal distribution of responsibility, whereas instrumental coordination – the linkage of budgetary and program flows – lagged steadily behind. The faster growth of the vertical component after the renewal of the national goals system in 2024 indicates that the bottleneck of coordination is neither the normative framework nor goal-setting, but the linkage of financial instruments across levels; the effectiveness of sustainable development policy is raised by fine-tuning intergovernmental fiscal and program mechanisms rather than by adding coordinating superstructures.

Keywords: interagency coordination, public policy, sustainable development, national development goals, regional policy, strategic planning, intergovernmental fiscal relations, sustainable development goals.

References

1. Antokhina V.A. State Policy of Sustainable Development of Regions: Agenda 2030 // Central Russian Journal of Social Sciences. 2021. Vol. 16. No. 6. Pp. 59-79.
2. Makarova V.V. Institutional Foundations for the Development and Implementation of Sustainable Development Strategies // Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Economics and Law. 2023. No. 4-2. Pp. 32-36.
3. Sintsova E.A., Smeshko O.G. Sustainable Development Goals in Russian Regions: Processes of Their Formation and Implementation // Economics and Management. 2023. Vol. 29. No. 8. Pp. 871-881.
4. Markova Yu.S., Isobchuk M.V. Sustainable Development Goals in the Russian Federation: Multilevel Policy and Configuration of Actors // Bulletin of Perm University. Political Science. 2023. Vol. 17. No. 3. Pp. 45-55.
5. Nazarenko V.S. Regional Economic Policy of Sustainable Development in the Structure of State Policy // Economics, Entrepreneurship and Law. 2025. Vol. 15. No. 4. Pp. 2657-2672.
6. Alferova T.V. Integration of the SDGs into the Management of Sustainable Development of a Region // Bulletin of Perm University. Series: Economics. 2025. Vol. 20. No. 1. Pp. 57-71.
7. Zambaev Kh.N. Features of the Implementation of Goals and Objectives in the Field of Sustainable Development in Strategic Planning in the Russian Federation // Bulletin of Economic Security. 2024. No. 3. Pp. 192-196.
8. Zhade Z.A., Shadzhe A.M., Gaidareva I.N. National Development Goals of the Russian Federation in the Context of Sustainable Development // Humanities, Socio-Economic and Social Sciences. 2025. No. 3. Pp. 79-87.
9. Borodina Zh.V., Medvedeva N.V. On the Theoretical Aspects of Coordinating the Activities of Public Authorities in the Field of Environmental Protection // Economics, Entrepreneurship and Law. 2025. Vol. 15. No. 7. Pp. 4467-4486.
10. Belyaev V.P., Bidova B.B. Legal Foundations of Coordination in the Sphere of Ensuring National Interests // Proceedings of the Southwest State University. Series: History and Law. 2025. Vol. 15. No. 3. Pp. 10-19.
11. Лютягин Д.В. Оценка эффективности внедрения стратегий устойчивого развития в управление природными ресурсами России: анализ экологических, экономических и социальных последствий // Вопросы экологии. 2024. Т. 37. № 1. С. 215-244.
12. Karatueva E.N. New Forms of Inter-Municipal Cooperation in the Context of Implementing the Concept of Sustainable Development // Issues of National and Federative Relations. 2022. Vol. 12. No. 7 (88). Pp. 2556-2563.
13. Spirina L.I. Development of Inter-Territorial Interaction and Cooperation under the Concept of Sustainable Development // Fundamental Research. 2024. No. 12. Pp. 120-126.

Риски применения цифровизации в построении системы менеджмента качества промышленных предприятий

Прыткова Евгения Андреевна
старший преподаватель, высшая школа промышленной инженерии, Тихоокеанский государственный университет

В статье рассматриваются системные риски, возникающие при внедрении цифровых технологий в системы менеджмента качества (СМК) промышленных предприятий. На основе анализа современных научных публикаций и практических кейсов выделены ключевые группы рисков: стратегические, технологические, организационно-поведенческие и информационно-аналитические. Показано, что основной опасностью цифровизации является не несовершенство программного обеспечения, а управленческие ошибки, связанные с фрагментарным подходом, недооценкой человеческого фактора и иллюзией объективности автоматизированных данных. Предложены механизмы минимизации выявленных рисков, базирующиеся на принципах риск-ориентированного мышления, архитектуры «нулевого доверия» к данным и непрерывного повышения цифровой компетентности персонала. Результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегий цифровой трансформации СМК на предприятиях машиностроительного и строительного комплексов.

Ключевые слова: система менеджмента качества, цифровизация, риски, промышленное предприятие, управление качеством, реинжиниринг, человеческий фактор, достоверность данных, риск-ориентированный подход.

Цифровая трансформация систем менеджмента качества промышленных предприятий рассматривается как ключевой ресурс повышения конкурентоспособности, однако практика внедрения цифровых технологий демонстрирует не только позитивные эффекты, но и комплекс системных рисков, способных нивелировать ожидаемые результаты. Целью настоящей работы является системный анализ рисков применения цифровизации в построении СМК, их классификация и выработка рекомендаций по минимизации на основе риск-ориентированного подхода

Прежде чем переходить к анализу рисков, следует точно определить ожидаемые преимущества цифровизации системы менеджмента качества, так как главный источник проблем – это расхождение между ожидаемым и фактическим результатом». В научной литературе и отраслевых обзорах традиционно выделяются следующие ключевые преимущества цифровой трансформации управления качеством. Во-первых, это переход от реактивного управления к проактивному, когда система способна не просто фиксировать отклонения параметров качества, но и прогнозировать их на основе массивов исторических данных. Во-вторых, цифровизация обеспечивает сквозную прослеживаемость продукции на всех этапах жизненного цикла – от закупки сырья до утилизации, что особенно критично для машиностроения, где требования к надёжности и безопасности высоки. В-третьих, автоматизация сбора и обработки данных минимизирует влияние субъективного фактора и снижает трудоёмкость процедур внутреннего и внешнего аудита. В-четвёртых, цифровые платформы создают основу для интеграции СМК с другими управленческими подсистемами – бережливым производством, системой управления персоналом, финансовым учётом, что позволяет рассматривать качество не как изолированную функцию, а как интегральный показатель эффективности бизнеса [1, 2].

Как отмечает Мельникова, Д. И., декларируемые выгоды носят характер потенциальных возможностей, реализация которых зависит от совокупности условий. Анализ публикаций, в том числе работ, посвящённых применению иерархических нейросетевых методов в контроле качества, показывает, что даже самые совершенные алгоритмы дают сбой при некачественных входных данных. Аналогично, реинжиниринг технологических процессов, будучи мощным инструментом оптимизации, при отсутствии предварительного системного анализа может привести к разрушению сложившихся, но не всегда формализованных связей[3].

Системный анализ позволяет выделить четыре основные группы рисков, каждая из которых имеет свою природу, механизмы проявления и последствия.

Первая и, возможно, самая опасная группа рисков связана с отсутствием стратегического видения цифровой трансформации СМК. В большинстве случаев инициатива по цифровизации исходит не от высшего руководства как осознанная стратегическая необходимость, а от среднего звена или IT-отдела, стремящегося решить локальную задачу. В результате предприятие начинает внедрять электронный документооборот в отделе качества, затем закупает систему статистического контроля для производственного цеха, а после – устанавливает модуль управления несоответствиями. Эти системы, как правило, приобретаются у разных вендоров, имеют несовместимые форматы данных и не интегрируются между собой[4].

Более того, отсутствие единой архитектуры данных порождает проблему множественности истин. Одно и то же событие – например, факт обнаружения брака – может быть зафиксировано в журнале оператора станка, в электронной системе отдела технического контроля и в системе управления ресурсами, при этом данные в этих трёх источниках будут различаться по времени, количеству и формулировкам. Попытки верификации таких данных требуют огромных трудозатрат и возвращают предприятие к ручному труду, от которого оно пыталось уйти. Следовательно, стратегический риск заключается в том, что цифровизация, не будучи подчинена единой цели и единому плану, не улучшает, а ухудшает информационную среду СМК.

Второй блок рисков имеет ярко выраженную технологическую природу и в современных российских реалиях приобретает особую остроту. До 2022 года значительная часть промышленных предприятий использовала зарубежные ERP-системы – SAP, Oracle, Microsoft Dynamics, на базе которых были выстроены не только финансовые и логистические процессы, но и модули управления качеством. Уход этих вендоров с российского рынка, прекращение технической поддержки и обновлений создали ситуацию технологического вакуума. Переход на отечественное

программное обеспечение, такое как «1С:Управление производственным предприятием», «Галактика ERP» или специализированные отраслевые решения, связан с неизбежными издержками: необходимостью адаптации бизнес-процессов под логику новых систем, затратами на переобучение персонала и рисками потери накопленных за многие годы данных [5, 6].

Кроме того, многие российские программные продукты в части управления качеством уступают зарубежным аналогам по функциональности, особенно в области предиктивной аналитики, статистического управления процессами и машинного обучения. Отечественные решения часто представляют собой надстройки над бухгалтерскими системами и не обеспечивают той глубины аналитики, которая требуется для современных высокотехнологичных производств. Несовместимость форматов обмена данными между российским и зарубежным оборудованием (например, между станками с ЧПУ и системой сбора данных качества) создаёт дополнительные барьеры. В итоге предприятия оказываются перед выбором: либо продолжать использовать нелегально обновляемые зарубежные системы с рисками кибербезопасности, либо переходить на менее функциональные отечественные аналоги, теряя в эффективности. Этот технологический риск напрямую влияет на способность СМК оперативно реагировать на отклонения и принимать обоснованные управленческие решения.

Наиболее глубокий и трудноустранимый пласт рисков лежит в плоскости организационной культуры и психологии персонала. Внедрение цифровых инструментов в СМК затрагивает интересы и привычный уклад работы всех категорий работников – от операторов станков до руководителей отделов. Линейный персонал, привыкший к ведению бумажных журналов и отчётов, зачастую воспринимает новые системы как дополнительную обузу, а не как помощника. Сопротивление может принимать как пассивные формы (игнорирование системы, работа в обход неё), так и активные (саботаж, подача жалоб на неудобство интерфейса). Особую опасность представляет феномен «двойного учёта», когда сотрудники заполняют данные в системе лишь для формальной отчётности, продолжая вести параллельную «теневую» документацию на бумаге, которой они действительно доверяют. Это обесценивает все преимущества цифровизации [7].

Наиболее болезненный аспект человеческого фактора связан с сознательными или бессознательными манипуляциями данными. Как показывают исследования в области управления промышленными предприятиями, в том числе работы, посвящённые реинжинирингу и системному анализу, проблема приписок и искажения производственных данных существовала всегда. Но в эпоху цифровизации она приобретает новое качество. Если раньше мастер цеха, фиксируя фиктивную выработку в конце месяца, мог сделать это только в бумажном отчете, который подлежал ручной проверке, то в цифровой системе он может внести изменения с аналогичной лёгкостью, но последствия будут более масштабными. Автоматизированная система, построенная на принципе доверия к вводимым данным, распространяет искажённую информацию на все смежные модули – планирование производства, расчёт заработной платы, учёт сырья, – создавая эффект снежного кома. Истинная причина отклонений параметров качества остаётся скрытой за фасадом «чистых» цифр, в то время как система продолжает генерировать внешне безупречные отчёты [8, 9].

Четвёртая группа рисков носит сугубо гносеологический характер и связана с тем, что руководители и специалисты по качеству нередко ошибочно отождествляют наличие цифровых данных с их достоверностью и полнотой. Принцип «garbage in – garbage out» («мусор на входе – мусор на выходе») приобретает в цифровой СМК фатальное значение. Данные, поступающие от множества датчиков, терминалов сбора и ручного ввода, неизбежно содержат ошибки – как систематические (из-за неправильной калибровки оборудования), так и случайные (из-за опечаток или ошибок оператора). Если в системе отсутствуют механизмы автоматической валидации, детекции выбросов и контроля непротиворечивости, то эти ошибки тиражируются в аналитических отчётах и становятся основой для принятия стратегических решений.

Показательным примером является ситуация, когда система управления качеством на основе собранных данных строит статистические контрольные карты Шухарта или рассчитывает индексы воспроизводимости процессов. Если в исходные выборки попали дефектные измерения, то контрольные границы смещаются, и реально бракованная продукция может быть признана соответствующей нормативам. В результате предприятие поставляет потребителю продукцию, не удовлетворяющую требованиям, что влечёт за собой рекламации, потерю репутации и финансовые потери. Парадокс в том, что сама по себе цифровизация в данном случае не только не предотвратила проблему, но и создала ложное ощущение благополучия, поскольку менеджеры, не углубляясь в первичные данные, полагались на красивые графики и диаграммы. Этот риск усугубляется тем, что проверка качества первичных данных часто является трудоёмкой и не регламентируется стандартными процедурами СМК, которые, как правило, ориентированы на проверку конечных результатов, а не на верификацию источников информации [10].

Осознание природы и механизмов действия рисков цифровизации позволяет сформулировать комплекс практических мер, направленных на их минимизацию. Ключевым императивом является переход от фрагментарной к системной цифровизации, основанной на риск-ориентированном мышлении. Это означает, что перед началом внедрения любого цифрового модуля должна быть проведена всесторонняя оценка рисков: какие именно бизнес-процессы автоматизируются, какие новые уязвимости это создаёт, как будет контролироваться качество входных данных и кто несёт ответственность за достоверность цифровой информации.

В части стратегических рисков необходима разработка единой архитектуры данных, предполагающая использование унифицированных форматов, единых справочников и классификаторов, а также обеспечение интероперабельности всех компонентов системы. Это требует жёсткого управления со стороны высшего руководства и создания проектного офиса по цифровой трансформации, наделённого соответствующими полномочиями и ресурсами.

Для минимизации организационно-поведенческих рисков недостаточно ограничиться обучением персонала работе с новым программным обеспечением. Необходима глубокая работа по формированию цифровой культуры, которая включает в себя не только навыки, но и мотивацию, и, что принципиально важно, изменение системы оплаты труда и оценки эффективности. Показатели результативности работников должны быть привязаны не к объёму введённых данных, а к качеству этих данных и к реальным результатам производства. Более того, в архитектуру систем целесообразно закладывать принцип «неизменяемости транзакций» (append-only), когда любое изменение данных регистрируется как отдельная запись с отметкой о времени и авторе, и не может быть удалено или испорчено. Это, во-первых, дисциплинирует персонал, а во-вторых, создаёт основу для аудита и восстановления цепочки событий при возникновении спорных ситуаций.

Наконец, для преодоления информационно-аналитических рисков критически важно внедрение процедур непрерывного мониторинга качества данных. Это предполагает создание автоматических правил валидации, применение статистических методов для выявления аномалий, а также проведение регулярных выборочных сверок цифровых данных с физическим состоянием объектов управления (оборудования, сырья, готовой продукции). Только при таком подходе цифровая СМК становится не виртуальной декорацией, а рабочим инструментом, обеспечивающим принятие эффективных управленческих решений [11, 12].

Таким образом, цифровая трансформация систем менеджмента качества промышленных предприятий является объективным процессом, обусловленным внешними вызовами и внутренними потребностями повышения эффективности. Однако, как показано в исследовании, применение цифровых технологий в управлении качеством сопряжено с комплексом рисков – стратегических, технологических, организационно-поведенческих и информационно-аналитических. Природа этих рисков имеет преимущественно управленческий и человеческий характер. Успех цифровизации СМК определяется не выбором программного продукта и не объёмом инвестиций, а качеством управленческих решений на всех этапах трансформации – от стратегического планирования до контроля достоверности данных. Внедрение цифровых инструментов без перестройки организационной культуры и системы мотивации, без риск-ориентированного подхода и архитектуры «нулевого доверия» к данным не просто бесполезно, но и опасно, поскольку создаёт иллюзию управляемости при сохранении реальных проблем качества.

Перспективные направления дальнейших исследований включают разработку методик количественной оценки рисков цифровизации СМК, создание моделей прогнозирования эффективности цифровых инвестиций с учётом факторов неопределённости, а также сравнительный анализ отечественных и зарубежных подходов к управлению качеством. Практическая значимость работы состоит в том, что предложенные классификации и рекомендации могут быть использованы руководителями служб качества и топ-менеджментом при разработке стратегий цифровой трансформации и оценке готовности предприятия к внедрению цифровых модулей в СМК.

Литература

1. Тагаров, Б. Ж. Повышение информационной прозрачности бизнес-среды как ключевое преимущество цифровой экосистемы / Б. Ж. Тагаров // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2023. - № 4-1. - С. 122-126.

2. Денисова Я.В., Сопин В.Ф., Качмаржик А.А. Построение инновационной СМК и ее функционирование с использованием цифровой платформы // Вестник ВГУИТ. 2021 Т. 83 № 1 С. 483–489.

3. Мельникова, Д. И. Система менеджмента качества в условиях цифровизации: проблемы и перспективы развития / Д. И. Мельникова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 47 (389). — С. 109-111.

4. Головцова И.Г., Фролков А.И., Туманов К.М. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ В РАКУРСЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 8-1. С. 37-42; URL: https://vaael.ru/ru/article/view?id=666 (дата обращения: 07.07.2026).

5. Яковлева, М. В. Подходы к цифровизации систем менеджмента качества предприятий радиоэлектронной промышленности / М. В. Яковлева, Ю. С. Шурупова // Информатизация в цифровой экономике. – 2026. – Т. 7, № 1. – С. 121-136.

6. Юрьева, Л. В., Марфицына М.С. Риск-менеджмент как катализатор экономического роста России // Экономика и управление: проблемы, решения. 2019 Т. 1 № 9 С. 10-19.

7. Круподерова, М. А. Развитие подходов к классификации рисков в условиях цифровизации в системе менеджмента качества предприятия / М. А. Круподерова // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики, менеджмента и образования: Материалы VI научно-практической конференции с международным участием (18октября 2022 г.). - Саратов: Амирит, 2022. - С. 79-85.

8. Аренков И.А., Смирнов С.А., Шарафутдинов Д.Р., Ябурова Д.В. Трансформация системы управления предприятием при переходе к цифровой экономике // Российское пред-во. – 2018 – Том 19 –№ 5 – С. 1711-1722.

9. Васильев В. А., Александрова С. В., Александров М. Н. Интеграция менеджмента качества и цифровых технологий // Качество. Инновации. Образование. — 2017. — № 9 (148). С.14–19.

10. Шинкевич, А. И. Особенности реализации процессного подхода в управлении предприятием в условиях Индустрии 4.0 / А. И. Шинкевич, М. В. Зимина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2023. - Т. 25, № 2(112). - С. 51-60.

11. Круподерова М.А., Максимова Т.П. ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЦИФРОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ // Вестник ВУиТ. 2023. №3 (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-tsifrovizatsii-sistem-menedzhmenta-kachestva-rossiyskih-predpriyatiy-i-tsifrovye-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 07.07.2026).

12. Денисова Я.В. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ // Известия Самарского научного центра РАН. 2024. №3 (119). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-vozmozhnosti-i-ogranicheniya-tsifrovyh-sistem-menedzhmenta-kachestva-na-promyshlennom-predpriyatii (дата обращения: 07.07.2026).

The risks of using digitalization in building a quality management system for industrial enterprises

Prytkova E.A.
Pacific National University (PNU)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the systemic risks arising from the introduction of digital technologies into quality management systems (QMS) of industrial enterprises. Based on the analysis of modern scientific publications and practical cases, key risk groups are identified: strategic, technological, organizational-behavioral, and information-analytical. It is shown that the main danger of digitalization is not the imperfection of software, but management errors associated with a fragmented approach, underestimation of the human factor and the illusion of objectivity of automated data. The mechanisms of minimizing the identified risks are proposed, based on the principles of risk-based thinking, the architecture of "zero trust" in data and continuous improvement of digital competence of personnel. The results of the research can be used in the development of strategies for the digital transformation of QMS at enterprises of machine-building and construction complexes.

Keywords: quality management system, digitalization, risks, industrial enterprise, quality management, reengineering, human factor, data reliability, risk-based approach.

References

1. Tagarov, B. J. Increasing information transparency of the business environment as a key advantage of the digital ecosystem / B. J. Tagarov // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. - 2023. - No. 4-1. - pp. 122-126.

2. Denisova Ya.V., Sopin V.F., Kachmarzhik A.A. Building an innovative QMS and its functioning using a digital platform // Bulletin of VGUIT. 2021 Vol. 83 No. 1 pp. 483-489.

3. Melnikova, D. I. Quality management system in the context of digitalization: problems and prospects of development / D. I. Melnikova. — Text : direct // Young scientist. — 2021. — № 47 (389). — Pp. 109-111.

4. Golovtsova I.G., Frolkov A.I., Tumanov K.M. DIGITAL TRANSFORMATION OF ORGANIZATIONS FROM THE PERSPECTIVE OF STRATEGIC ORIENTATION OF QUALITY MANAGEMENT // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2019. No. 8-1. pp. 37-42; URL: https://vaael.ru/ru/article/view?id=666 (date of request: 07.07.2026).

5. Yakovleva, M. V. Approaches to digitalization of quality management systems of radioelectronic industry enterprises / M. V. Yakovleva, Yu. S. Shurupova // Informatization in the digital economy. – 2026. – Vol. 7, No. 1. – pp. 121-136.

6. Yuryeva, L. V., Marfitsyna M.S. Risk management as a catalyst for Russia's economic growth // Economics and management: problems, solutions. 2019 Vol. 1 No. 9 pp. 10-19.

7. Krupoderova M. A. Development of approaches to risk classification in the context of digitalization in the quality management system of an enterprise / M. A. Krupoderova // Actual problems and prospects for the development of economics, management and education: Proceedings of the VI Scientific and Practical Conference with international participation (October 18, 2022). Saratov: Amirit, 2022. pp. 79-85.

8. Arenkov I.A., Smirnov S.A., Sharafutdinov D.R., Yaburova D.V. Transformation of the enterprise management system during the transition to the digital economy. – 2018 – Volume 19 –No. 5 – pp. 1711-1722.

9. Vasiliev V. A., Alexandrova S. V., Alexandrov M. N. Integration of quality management and digital technologies // Quality. Innovation. Education. — 2017. — № 9 (148). Pp.14-19.

10. Shinkevich, A. I. Features of the implementation of the process approach in enterprise management in the context of Industry 4.0 / A. I. Shinkevich, M. V. Zimina // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. - 2023. - Vol. 25, No. 2(112). - pp. 51-60.

11. Krupoderova M.A., Maksimova T.P. PROBLEMS OF DIGITALIZATION OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS OF RUSSIAN ENTERPRISES AND DIGITAL DEVELOPMENT PROSPECTS // Bulletin of Higher Education University. 2023. №3 (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-tsifrovizatsii-sistem-menedzhmenta-kachestva-rossiyskih-predpriyatiy-i-tsifrovye-perspektivy-razvitiya (date of request: 07.07.2026).

12. Denisova Ya.V. MODERN POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF DIGITAL QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS IN AN INDUSTRIAL ENTERPRISE // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2024. №3 (119). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-vozmozhnosti-i-ogranicheniya-tsifrovyh-sistem-menedzhmenta-kachestva-na-promyshlennom-predpriyatii (date of request: 07.07.2026).

Интеллектуальный мониторинг параметров технологического процесса в распределенной системе менеджмента качества промышленного предприятия: от сбора данных к автономному управлению

Прыткова Евгения Андреевна
старший преподаватель, высшая школа промышленной инженерии, Тихоокеанский государственный университет

В статье обосновывается необходимость перехода от иерархических систем менеджмента качества (СМК) к распределенным сетевым архитектурам на основе Edge Computing и локальных алгоритмов машинного обучения (Edge AI). Показано, что классические СМК с единым центром принятия решений неспособны обеспечить оперативное управление качеством в условиях высокоскоростных технологических процессов из-за критических задержек передачи и обработки данных. Предложена концептуальная модель распределенной СМК, включающая киберфизические агенты на каждом производственном узле, цифровой двойник технологического процесса в контуре реального времени и трансформацию корпоративных стандартов в исполняемые микропрограммы. Описан инструментарий интеллектуального мониторинга: адаптивная фильтрация сигналов, предиктивная аналитика состояния оборудования и динамическая корректировка режимов. Рассмотрены протоколы Peer-to-Peer взаимодействия узлов для передачи контекста качества. Приведены результаты практической апробации на машиностроительном предприятии, подтверждающие снижение брака на 60% и сокращение времени реакции системы с минут до миллисекунд. Делегирование полномочий оборудованию обеспечивает превентивное устранение причин брака, позволяя повышать эффективность предприятия эволюционным путем без радикального реинжиниринга бизнес-процессов.

Ключевые слова: распределенная система менеджмента качества, периферийные вычисления, локальные алгоритмы машинного обучения, цифровой двойник, киберфизический агент, адаптивная фильтрация сигналов, предиктивная аналитика, одноранговое взаимодействие, контекст качества, Industry 5.0.

Введение

Современное промышленное производство функционирует в условиях высокой турбулентности внешней среды: колебания цен на сырье, перебои в цепочках поставок, изменение потребительских требований и ужесточение регуляторных норм. В этой ситуации классические системы менеджмента качества (СМК), построенные по иерархическому принципу, демонстрируют системную уязвимость. Информация о нарушениях технологического процесса собирается на нижних уровнях, передается наверх, анализируется, после чего спускается обратно в виде корректирующих предписаний. Временной разрыв между возникновением отклонения и управляющим воздействием может составлять минуты, часы, а иногда и смены. За это время производится значительный объем несоответствующей продукции [1].

Традиционный реинжиниринг бизнес-процессов — пересмотр организационных структур, должностных инструкций и документооборота — не решает оперативной проблемы: физические параметры технологического процесса (температура, давление, вибрация, геометрические отклонения) изменяются в миллисекундном диапазоне, а человеко-ориентированные процедуры управления качеством остаются в секундном и минутном диапазоне. Этот разрыв делает классический реинжиниринг недостаточным инструментом для повышения качества в реальном времени [2].

Выход видится в смене парадигмы управления — переходе от иерархических структур СМК к распределенным сетевым архитектурам, где управленческие решения принимаются непрерывно и автономно на каждом производственном узле, а управляющее воздействие поступает на исполнительные механизмы с задержкой, не превышающей длительности одного технологического цикла [3]. Реализация этой парадигмы требует переноса вычислительных мощностей непосредственно к источникам данных — датчикам и контроллерам оборудования на основе технологии Edge Computing и внедрения локальных алгоритмов машинного обучения (Edge AI) [4].

В настоящей статье обосновывается концепция распределенной СМК, предлагается архитектура интеллектуального мониторинга и показывается, как делегирование полномочий по принятию решений оборудованию позволяет эволюционным путем повышать эффективность предприятия без проведения радикального реинжиниринга бизнес-процессов.

1. Концептуальная модель распределенной СМК: смена парадигмы управления качеством

1.1 Отказ от иерархии в пользу сетевой архитектуры

Традиционная СМК построена по иерархическому принципу: датчики → контроллеры → SCADA-системы → MES → уровень управления качеством → принятие решений. Каждый уровень добавляет задержку и искажение информации. При этом центральный сервер или облачная платформа выступают единой точкой принятия решений, что создает коммуникационные перегрузки — тысячи датчиков непрерывно генерируют потоки данных; задержки распространения — сигнал проходит длинный путь, прежде чем вернется к исполнительным механизмам; риски отказа — выход из строя центрального звена парализует управление качеством на всем предприятии [1].

Эффективное управление качеством в условиях нестабильной внешней среды требует перехода от иерархических структур СМК к распределенным сетевым архитектурам, где контроль осуществляется непрерывно на каждом производственном узле [2].

В предлагаемой модели каждый станок, каждый технологический модуль представляет собой киберфизический агент — автономную систему, включающую сенсорную подсистему (датчики параметров процесса и качества); вычислительное ядро на базе Edge-контроллера; исполнительную подсистему (регуляторы, приводы) и коммуникационный интерфейс для Peer-to-Peer взаимодействия с соседними узлами и облачным слоем [5].

Такая архитектура, по данным промышленных внедрений, сокращает накладные расходы на управление устройствами до 70% и уменьшает время незапланированного простоя благодаря локализации принятия решений [6].

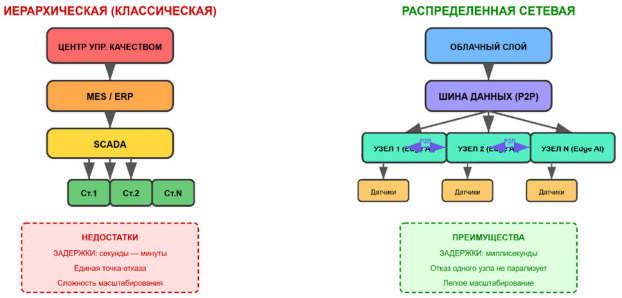


Рисунок 1 — Сравнение архитектур СМК: иерархическая (классическая) и распределенная сетевая (предлагаемая)

Схема рис. 1 наглядно демонстрирует разницу между двумя архитектурными подходами. В иерархической модели (слева) все сигналы от станков проходят восходящий путь до центрального сервера и нисходящий путь обратно, что создает задержки и единую точку отказа. В распределенной сетевой архитектуре (справа) каждый станок представляет собой автономный киберфизический агент с Edge AI, способный принимать решения локально; Peer-to-Peer шина обеспечивает обмен контекстом качества между узлами без обязательной централизации, а облачный слой выполняет лишь функции долгосрочной аналитики, синхронизации моделей и обновления микропрограмм [5].

1.2 Цифровой двойник как активный элемент управления

В распределенной СМК центральным звеном становится не физический сервер, а цифровой двойник технологического процесса, который функционирует не как статичная справочная модель, а как активный управляющий контур в реальном времени [7]. Цифровой двойник состоит из четырех моделей [8]:

- Модель оборудования — текущее состояние, износ, температурные режимы, калибровочные характеристики;
- Модель материала — свойства сырья, его неоднородность (для машиностроения — механические характеристики заготовок, для деревообработки — влажность и плотность древесины);
- Модель процесса — последовательность операций, режимные параметры, кинематические зависимости;
- Модель качества — результаты измерений в процессе и на выходе, отклонения от целевых значений.

В отличие от традиционных имитационных моделей, используемых на этапе проектирования, цифровой двойник в распределенной СМК непрерывно синхронизируется с физическим процессом через поток данных с Edge-узлов [8]. Это позволяет не только диагностировать текущее состояние, но и прогнозировать развитие ситуации с горизонтом в несколько тактов процесса. Как показывает практика внедрения в табачной промышленности, применение цифровых двойников в паре с Edge Computing позволяет сократить разброс ключевых показателей качества более чем на 40% [9].

1.3 Стандартизация как исполняемый код

В распределенной системе корпоративные стандарты перестают быть статичными документами и реализуются в виде динамически обновляемых микропрограмм (исполняемых протоколов), заложенных в логику взаимодействия киберфизических агентов [5].

В традиционной СМК стандарт качества — это документ, который содержит:

- Допустимые диапазоны параметров (например, шероховатость $Ra \leq 1.6$ мкм);
- Методики контроля и измерений;
- Порядок действий при выявлении несоответствий;
- Критерии приемки продукции.

В распределенной архитектуре этот же стандарт превращается в исполняемый код — набор алгоритмов, работающих непосредственно на Edge-контроллерах каждого узла [5]. Этот код определяет динамические границы допустимых значений с учетом текущего состояния оборудования и свойств сырья; алгоритмы обнаружения отклонений на основе робастной фильтрации сигналов; правила взаимодействия между узлами при передаче контекста качества и процедуры автоматической коррекции режимов без участия оператора.

Важнейшее преимущество такого подхода — динамическое обновление. Если на центральном уровне разработана улучшенная модель прогнозирования износа инструмента или скорректированы допусковые пределы, новая версия микропрограммы распространяется по сети Edge-узлов и вступает в силу без остановки производства, без переиздания бумажных регламентов и без переобучения персонала. Это соответствует концепции Industry 5.0, где цифровые модели становятся основой управления, а человек переключается на функции инженера-наладчика таких моделей [10].

2. Инструментарий интеллектуального мониторинга: от Big Data к Edge AI

2.1 Переосмысление роли данных

Распространенное заблуждение состоит в том, что цифровизация СМК — это «сбор больших данных» (Big Data) и их последующий анализ в мощных облачных центрах. Такой подход сталкивается с фундаментальными ограничениями. Это объем данных, генерируемых датчиками высокой частоты опроса (до 10-20 кГц), делает их передачу и хранение экономически нецелесообразными. Также могут быть задержки на передачу и обработку, которые исключают возможность оперативного реагирования. Большинство данных не несут полезной информации о качестве, будучи зашумленными или избыточными [4].

Интеллектуальный мониторинг базируется не на простом сборе больших данных (Big Data), а на внедрении локальных алгоритмов машинного обучения (Edge AI), способных принимать решения по корректировке технологического процесса за время одного производственного цикла [11].

Edge AI означает, что алгоритмы машинного обучения — классификаторы, регрессионные модели, нейросетевые предикторы — развернуты непосредственно на Edge-контроллерах и работают с данными в месте их генерации [11]. Это достигается за счет легковесных моделей — использование методов сжатия нейронных сетей (дистилляция, прунинг, квантизация) для работы на ограниченных вычислительных ресурсах и/или специализированных архитектур, например, гиперразмерные вычисления (Hyperdimensional Computing, HDC), которые демонстрируют устойчивость к шумам при низком потреблении энергии и подходят для встраиваемых систем [12].

2.2 Робастная фильтрация сигналов

Применение методов адаптивной фильтрации на периферийных устройствах позволяет нивелировать влияние внешних возмущений (неоднородность древесины, колебания напряжения), обеспечивая стабильность выходных параметров продукции без участия центрального сервера [13].

Промышленные сигналы содержат значительную шумовую составляющую: вибрации соседнего оборудования, электромагнитные наводки, тепловые дрейфы датчиков, колебания питающего напряжения. Классические фильтры (например, скользящее среднее или фильтр нижних частот) успешно подавляют шум, но одновременно сглаживают полезные сигналы, что приводит к запаздыванию реакции на реальные отклонения [13].

Адаптивная фильтрация решает эту проблему, динамически подстраивая параметры фильтра под текущий спектральный состав сигнала. В распределенной СМК используются: калмановская фильтрация для оценки состояния процесса на основе зашумленных измерений с учетом модели динамики; робастные медианные фильтры с адаптивным окном, устойчивые к выбросам или фильтры на основе вейвлет-преобразований для разделения сигналов разных частотных диапазонов [13].

Эти методы работают локально, на Edge-узлах, и не требуют передачи данных на центральный сервер. Это критически важно для производств с высокой неоднородностью сырья — например, в деревообработке, где плотность и влажность древесины варьируются от заготовки к заготовке, или в литейном производстве, где химический состав расплава может колебаться. Адаптивная фильтрация позволяет выделить полезный сигнал о качестве на фоне возмущений и принять корректирующее воздействие в течение одного цикла, предотвращая брак на ранней стадии (рис. 2).

Схема иллюстрирует полный конвейер обработки сигналов на одном Edge-узле. Показаны три основных этапа: (1) адаптивная фильтрация, реализующая тезис о робастности управления — подавление шумов оборудования и возмущений сырья без участия центрального сервера [13]; (2) интеллектуальный анализ с использованием легковесных моделей Edge AI, обеспечивающих принятие решений за время одного производственного цикла [11]; (3) принятие решений с формированием управляющего воздействия или передачей контекста на следующий узел. Временная диаграмма внизу показывает, что общее время реакции (40-85 мс) гарантированно меньше длительности технологического

цикла, что является ключевым условием превентивного управления качеством.

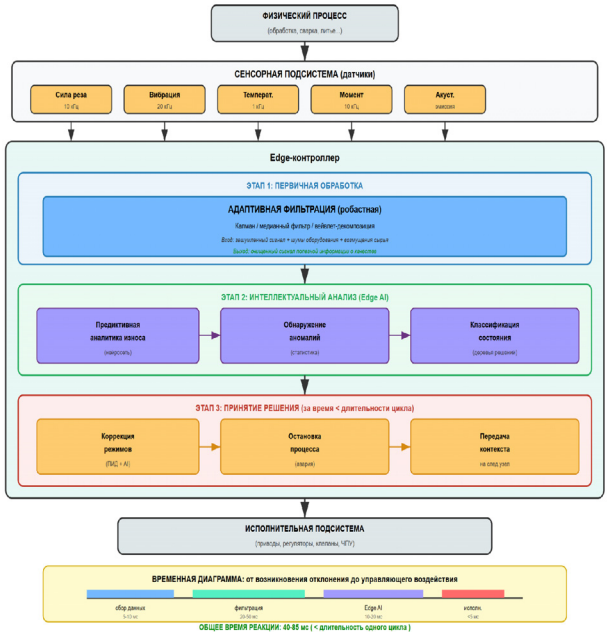


Рисунок 2 — Схема обработки сигналов на Edge-узле: от сырых данных к управляющему воздействию

2.3 Предиктивная аналитика состояния оборудования

Классическая стратегия обслуживания — планово-предупредительные ремонты — ведет либо к избыточным затратам, либо к внезапным отказам, если деградация происходит быстрее планового графика. Edge AI позволяет реализовать предиктивную аналитику непосредственно на оборудовании [14].

Edge-контроллер непрерывно анализирует многоканальные сигналы: мощность и крутящий момент электродвигателей; виброускорения в опорах и на инструменте; температурные поля в зоне обработки; акустическую эмиссию и др.

На основе этих данных строятся тренды деградации — прогнозируется остаточный ресурс узлов и инструмента [14]. При обнаружении признаков ускоренного износа алгоритм Edge AI может скорректировать режим работы (снизить нагрузку) для продления срока службы. Также алгоритм формирует предиктивное предупреждение с указанием времени до предполагаемого отказа или может автоматически инициировать заказ запасных частей через систему MES.

Исследования показывают, что применение Edge-вычислений для предиктивной аналитики в станкостроении позволяет достичь точности прогнозирования выше 95% (F1-score до 95.3%) [15]. Внедрение AI-систем предиктивного обслуживания на Edge-устройствах демонстрирует снижение незапланированных простоев на 15-70% в зависимости от типа оборудования [14].

2.4 Динамическая корректировка режимов в реальном времени

Финальный элемент инструментария — адаптивное управление режимными параметрами: скоростью, подачей, давлением, температурой, временем цикла. В отличие от классических ПИД-регуляторов, поддерживающих заданное значение уставки, адаптивное управление в распределенной СМК изменяет саму уставку в зависимости от свойств входного сырья (измеряемых на входе); текущего состояния оборудования (износ, тепловое состояние) и контекста качества, переданного с предыдущего узла [5].

Например, если на предыдущем участке выявлено отклонение геометрических размеров заготовки, следующий узел получает этот контекст и корректирует свою программу обработки (например, изменяет припуск на последующую операцию), чтобы компенсировать отклонение [3]. Это реализуется через Peer-to-Peer обмен данными между узлами без участия центрального сервера.

Внедрение таких систем в табачной промышленности показало сокращение разброса ключевых показателей качества более чем на 40% и повышение точности выполнения производственных планов более чем на 28% [9].

3. Координация автономных узлов: Peer-to-Peer взаимодействие

3.1 Передача контекста качества между сопряженным оборудованием

В распределенной сетевой архитектуре каждое производственное звено является автономным агентом, но автономия не означает изоляцию. Продукт последовательно проходит через цепочку операций, и качество на выходе каждого этапа становится входным контекстом для следующего [3].

Передача контекста включает:

- Фактические значения параметров качества на выходе предыдущей операции (размеры, шероховатость, твердость, химический состав);
- Отклонения от номинала, требующие компенсации на следующем этапе;
- Идентификаторы условий обработки (режимы, инструмент, партия сырья);
- Доверительные интервалы измерений, чтобы следующий узел мог корректно интерпретировать точность переданных данных [3].

В Peer-to-Peer архитектуре передача осуществляется непосредственно между соседними узлами, без промежуточной централизации. Это сокращает задержки и разгружает сети. Для передачи используются легковесные протоколы, оптимизированные для промышленных сетей реального времени (например, OPC UA Pub/Sub с ограниченной задержкой) [1]. Плоские P2P-архитектуры в промышленном IIoT обеспечивают минимальные задержки и децентрализованную отказоустойчивость [3].

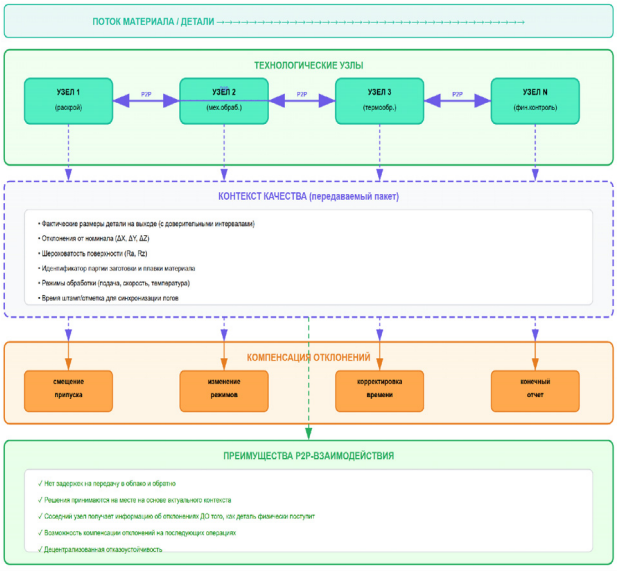


Рисунок 3 — Peer-to-Peer взаимодействие узлов с передачей контекста качества

Схема рис. 3 показывает поток материала (детали) через последовательность технологических узлов и параллельный поток данных (контекст качества) по Peer-to-Peer каналам. Каждый узел передает следующему не только физическую деталь, но и цифровой контекст — результаты измерений, отклонения, режимы обработки [3]. Это позволяет следующему узлу адаптировать свои режимы (компенсировать отклонения) еще до того, как деталь поступит на обработку. P2P-протоколы работают без участия центрального сервера, что обеспечивает минимальные задержки и децентрализованную отказоустойчивость [1]. В нижней части схемы перечислены ключевые преимущества такого подхода, непосредственно коррелирующие с тезисами о смене парадигмы и практической значимости.

3.2 Синхронизация стандартов и протоколы согласования

Автономные узлы должны действовать в едином «понятийном поле» — использовать согласованные метрики, пороговые значения и алгоритмы. Это достигается через протоколы синхронизации, обеспечивающие [5] стандартизацию форматов данных для совместимости разнородного оборудования (независимо от производителя); синхронизацию справочной информации — пределы допусков, эталонные значения, калибровочные кривые; а также согласование алгоритмов — единые методы фильтрации, обнаружения отклонений, принятия решений и версионирование моделей — возможность каскадного обновления Edge AI-моделей по всей сети.

Современные платформы оркестровки периферийных вычислений (например, на базе Kubernetes в Edge-вариантах) позволяют централизованно управлять жизненным циклом контейнеризированных приложений на тысячах Edge-устройств, обеспечивая единообразие и контроли-

руемое распространение обновлений [6]. Применение проактивных оболочек активов (Asset Administration Shell) и цифровых паспортов продукции (Digital Product Passport) дополнительно стандартизирует обмен данными о качестве между узлами и внешними системами [10].

4. Практическая апробация на примере машиностроительного предприятия

4.1 Исходная ситуация

Рассмотрим внедрение распределенной СМК на машиностроительном предприятии, специализирующемся на высокоточной механической обработке деталей для авиационной промышленности. Парк оборудования — 25 многоосевых фрезерных станков с ЧПУ. Входной контроль качества — выборочный, после завершения обработки, на координатно-измерительных машинах.

Возникающие проблемы можно сформулировать следующим образом:

- Брак обнаруживался с задержкой 2-4 часа, за это время производилось до 20-30 дефектных деталей;
- Потери от брака составляли 5-8% от объема производства по отдельным операциям;
- Причинами отклонений были как износ инструмента, так и неоднородность механических свойств заготовок из разных плавок [15].

Реинжиниринг, который заключался в пересмотре документооборота и должностных инструкций, не мог решить эти проблемы — физические отклонения возникали в миллисекундном диапазоне, а человеческое вмешательство требовало минут [2].

4.2 Внедренное решение

На каждом станке установлен Edge-контроллер (промышленный компьютер в защищенном исполнении с GPU-ускорителем для легковесных нейросетей). Подключены датчики [15]:

- Силы резания и крутящего момента на шпинделе (частота 10 кГц);
- Виброакселерометры на суппорте и заготовке (20 кГц);
- Температуры в зоне резания (оптоволоконный датчик);
- Датчики акустической эмиссии для диагностики режущей кромки;
- Измерительные щупы для контроля размеров непосредственно в станке.

На каждом узле применялись следующие Edge AI-алгоритмы:

1. Адаптивная фильтрация сигналов силы и вибрации для отделения полезной информации от шумов оборудования и внешних возмущений (неоднородность материала заготовки) [13];
2. Нейросетевая модель прогнозирования износа инструмента по трендам вибрации и момента, с горизонтом прогноза до 15 минут [14];
3. Алгоритм обнаружения аномалий по мультипараметрическому профилю (сила + вибрация + температура);
4. Модуль адаптивной коррекции режимов резания (подача, скорость вращения) при обнаружении отклонений, способный принимать решение за время менее 0,1 с [4].

Межузловое взаимодействие организовано следующим образом. Результаты измерения размеров в станке передаются следующему по технологической цепочке участку (например, термообработка) как контекст качества. Edge-узлы периодически (раз в смену) синхронизируют модели прогнозирования износа с центральным репозиторием, обогащая их данными со всей сети. При обнаружении систематических отклонений на нескольких станках информация о возможной системной проблеме (например, ухудшение качества партии заготовок) поднимается на уровень MES для принятия решений о закупках [7].

4.3 Результаты

Делегирование полномочий по принятию решений оборудованию обеспечивает превентивное устранение причин брака. Это исключает необходимость проведения радикального реинжиниринга бизнес-процессов, позволяя повышать эффективность предприятия эволюционным путем через модернизацию слоя управления качеством [2, 14].

Полученные результаты подтверждают этот тезис (таблица 1).

Таблица 1

Результаты практической апробации

Показатель	До внедрения	После внедрения	Изменение
Доля брака	5-8%	1,5-2,5%	снижение ~60% [15]
Среднее время реакции на аномалию	3-5 минут	80-150 мс	снижение в 2000 раз [4]
Срок службы инструмента	базовый	+15-20%	оптимизация режимов [14]
Простои из-за аварийных отказов	45 ч/мес	12 ч/мес	снижение в 3,7 раза [14]

Принципиальный результат, который был получен, это эволюционный характер изменений. Предприятию не потребовалось перестраивать характер изменений. Предприятию не потребовалось перестраивать организационную структуру, переписывать технологические инструкции или менять штатное расписание. Модернизация затронула только слой управления качеством (интеллектуальные сенсоры, Edge-контроллеры, алгоритмы), при этом существующие бизнес-процессы контроля и учета были интегрированы в новую архитектуру без радикальных изменений [2, 10].

Заключение

Проведенный анализ и опыт практической апробации позволяют сформулировать следующие обобщающие выводы.

1. О смене парадигмы. Классические иерархические СМК с единым центром принятия решений неспособны обеспечить требуемое качество в условиях нестабильной внешней среды и высокоскоростных технологических процессов. Переход к распределенным сетевым архитектурам, где контроль осуществляется непрерывно на каждом производственном узле, является объективной необходимостью. Этот переход не является «технологическим трендом» — это реакция на фундаментальное противоречие между скоростью физических процессов и скоростью человеко-ориентированных управленческих процедур.

2. Об инструментарии цифровизации. Интеллектуальный мониторинг в распределенной СМК строится не на экстенсивном сборе больших данных в облачных хранилищах, а на внедрении локальных алгоритмов машинного обучения (Edge AI) непосредственно на периферийных устройствах. Только такой подход позволяет принимать решения по корректировке технологического процесса за время, не превышающее длительности одного производственного цикла, и делает управление качеством по-настоящему оперативным.

3. О робастности управления. Применение методов адаптивной фильтрации на Edge-узлах обеспечивает устойчивость системы к внешним возмущениям — неоднородности сырья, колебаниям напряжения, вибрационным помехам. Стабильность выходных параметров достигается без участия центрального сервера, что критически важно для непрерывных производств и отраслей с высокой вариабельностью входных материалов.

4. О трансформации стандартизации. В распределенной архитектуре корпоративные стандарты качества теряют свою статичную документарную форму и превращаются в динамически обновляемые исполняемые протоколы, встроенные в логику киберфизических агентов. Это означает, что улучшение стандартов происходит непрерывно, через обновление микропрограмм Edge-контроллеров, без бюрократических процедур пересмотра документации, и распространяется на всю сеть узлов с минимальными задержками.

5. О практической значимости. Делегирование полномочий по принятию решений оборудованию обеспечивает превентивное устранение причин брака на стадии их возникновения — еще до того, как произведена дефектная продукция. Это исключает необходимость проведения радикального реинжиниринга бизнес-процессов, который в классическом понимании требует коренной перестройки организационных структур, документооборота и распределения обязанностей. Вместо этого предприятие повышает эффективность эволюционным путем — через модернизацию слоя управления качеством при сохранении сложившихся бизнес-процессов производства, логистики и учета.

Литература

1. Fanelli M. et al. Self-adaptive context data distribution with quality guarantees in mobile P2P networks // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2013. – Т. 31. – №. 9. – С. 115-131.
2. Bajic B. et al. Edge computing data optimization for smart quality management: Industry 5.0 perspective // Sustainability. – 2023. – Т. 15. – №. 7. – С. 6032.
3. Oñate W., Sanz R. Analysis of architectures implemented for IIoT // Heliyon. – 2023. – Т. 9. – №. 1.
4. Chen M. et al. Edge computing-based proactive control method for industrial product manufacturing quality prediction //Scientific Reports. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 1288.
5. Weiss M. et al. MaSiMO: Autonomous Quality Inspection in Aviation MRO and Manufacturing Using Asset Administration Shell, Digital Product Passport and Eclipse Dataspace Connector. – 2025.
6. Как строить "умные" фабрики с помощью периферийных вычислений. URL: https://asutp.ru/publikacii/2025/07/28/kak-stroit-umnye-fabriki-s-pomoshhyu-periferijnyh-vychislenij/ (дата обращения 12.07.2026).

7. Zeng Z. et al. Digital Twin and Edge Computing-Driven MES Intelligent Decision-Making in Tobacco Enterprises // IEEE Access. – 2025. – T. 13. – C. 207367-207381.

8. Dai D. et al. Generative and Predictive AI for digital twin systems in manufacturing //Frontiers in Artificial Intelligence. – 2025. – T. 8. – C. 1655470.

9. Pal S. Artificial intelligence-based IoT-edge environment for industry 5.0 // IoT Edge Intelligence. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. – C. 111-148.

10. Chen Z. et al. Federated Hyperdimensional Computing for hierarchical and distributed quality monitoring in smart manufacturing // Internet of Things. – 2025. – T. 31. – C. 101568.

11. Kumar S., Shrivastav M. Smart embedded systems for predictive maintenance: AI at the edge // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2026. – T. 3345. – №. 1. – C. 020118.

12. Cho S., Julien C. Efficient Decentralized Context Sharing via Smart Aggregation // 2014 IEEE 11th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems. – IEEE, 2014. – C. 100-108.

13. Wang H. Noise Reduction of pH Signal Based on Variable Step Size LMS Algorithm // 2024 IEEE 7th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE). – IEEE, 2024. – C. 627-635.

14. Venkateswarlu L. et al. Hybrid Deep Learning Model for Fault Diagnosis in Smart Manufacturing using Edge AI and Digital Twin Integration // 2025 6th International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC). – IEEE, 2025. – C. 1837-1842.

15. Lakshmaiya N. Adaptive Quality Management in Industry 4.0 Using a Federated Reinforcement Learning Framework // 2025 3rd DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Healthcare, Education and Industry (IDICAIHEI). – IEEE, 2025. – C. 1-6.

Intelligent monitoring of process parameters in a distributed quality management system of an industrial enterprise: from data collection to autonomous management

Prytkova E.A.
Pacific National University (PNU)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article substantiates the need to move from hierarchical quality management systems (QMS) to distributed network architectures based on Edge Computing and local machine learning algorithms (Edge AI). It is shown that classical QMS with a single decision-making center are unable to provide operational quality management in conditions of high-speed technological processes due to critical delays in data transmission and processing. A conceptual model of a distributed QMS is proposed, including cyber-physical agents at each production node, a digital twin of the technological process in a real-time loop, and the transformation of corporate standards into executable firmware. Intelligent monitoring tools are described: adaptive signal filtering, predictive analytics of equipment status, and dynamic mode correction. Peer-to-Peer node interaction protocols for transmitting the quality context are considered. The results of practical testing at a machine-building enterprise are presented, confirming a 60% reduction in defects and a reduction in system reaction time from minutes to milliseconds. Delegating authority to the equipment ensures the preventive elimination of the causes of defects, allowing to increase the efficiency of the enterprise in an evolutionary way without radical reengineering of business processes.

Keywords: distributed quality management system, peripheral computing, local machine learning algorithms, digital twin, cyberphysical agent, adaptive signal filtering, predictive analytics, peer-to-peer interaction, quality context, Industry 5.0.

References

1. Fanelli M. et al. Self-adaptive context data distribution with quality guarantees in mobile P2P networks // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2013. – T. 31. – No. 9. – pp. 115-131.
2. Bajic B. et al. Edge computing data optimization for smart quality management: Industry 5.0 perspective // Sustainability. – 2023. – T. 15. – No. 7. – P. 6032.
3. Oñate W., Sanz R. Analysis of architectures implemented for IIoT // Heliyon. – 2023. – T. 9. – No. 1.
4. Chen M. et al. Edge computing-based proactive control method for industrial product manufacturing quality prediction //Scientific Reports. – 2024. – V. 14. – No. 1. – P. 1288.
5. Weiss M. et al. MaSiMO: Autonomous Quality Inspection in Aviation MRO and Manufacturing Using Asset Administration Shell, Digital Product Passport, and Eclipse Dataspace Connector. – 2025.
6. How to Build Smart Factories with Edge Computing. URL: https://asutp.ru/publikacii/2025/07/28/kak-stroit-umnye-fabriki-s-pomoshhyu-periferijnyh-vychislenij/ (date of access 12.07.2026).
7. Zeng Z. et al. Digital Twin and Edge Computing-Driven MES Intelligent Decision-Making in Tobacco Enterprises // IEEE Access. – 2025. – T. 13. – P. 207367-207381.
8. Dai D. et al. Generative and Predictive AI for digital twin systems in manufacturing //Frontiers in Artificial Intelligence. – 2025. – T. 8. – P. 1655470.
9. Pal S. Artificial intelligence-based IoT-edge environment for indus-try 5.0 // IoT Edge Intelligence. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. – pp. 111-148.
10. Chen Z. et al. Federated Hyperdimensional Computing for hierar-chical and distributed quality monitoring in smart manufacturing // Internet of Things. – 2025. – T. 31. – P. 101568.
11. Kumar S., Shrivastav M. Smart embedded systems for predictive maintenance: AI at the edge // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2026. – T. 3345. – No. 1. – S. 020118.
12. Cho S., Julien C. Efficient Decentralized Context Sharing via Smart Aggregation // 2014 IEEE 11th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems. – IEEE, 2014. – pp. 100-108.
13. Wang H. Noise Reduction of pH Signal Based on Variable Step Size LMS Algorithm // 2024 IEEE 7th International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE). – IEEE, 2024. – pp. 627-635.
14. Venkateswarlu L. et al. Hybrid Deep Learning Model for Fault Di-agnosis in Smart Manufacturing using Edge AI and Digital Twin Integration // 2025 6th International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC). – IEEE, 2025. – pp. 1837-1842.
15. Lakshmaiya N. Adaptive Quality Management in Industry 4.0 Using a Federated Reinforcement Learning Framework // 2025 3rd DMIHER International Conference on Artificial Intelligence in Healthcare, Education and Industry (IDICAIHEI). – IEEE, 2025. – pp. 1-6.

Как качество приема связано с рейтингами университетов: сравнительный анализ

Сабиров Рауф Рафисович
заместитель декана по образовательной деятельности, Подготовительный факультет для иностранных учащихся, Казанский (Приволжский) федеральный университет, raufsabirov@gmail.com

Репутация университета часто измеряется его местом в национальных или мировых рейтингах. Важным показателем репутации является средний балл ЕГЭ зачисленных абитуриентов. В статье на данных 52 ведущих российских вузов за 2018–2023 гг. (311 наблюдений) сравнивается, с каким из четырех рейтингов (RAEX, QS, THE, «Интерфакс») качество приема связано теснее. С помощью парных линейных регрессий установлено, что наиболее сильная связь наблюдается с рейтингом «Интерфакс» ($R^2 = 0{,}750$), чуть слабее – с RAEX ($R^2 = 0{,}742$), далее следуют QS ($R^2 = 0{,}540$) и THE ($R^2 = 0{,}477$). Все коэффициенты статистически значимы ($p<0{,}001$). Полученные результаты объясняются методологическими особенностями рейтингов: «Интерфакс» и RAEX напрямую учитывают показатели приемной кампании, тогда как в методологии глобальных рейтингов QS и THE больший вес имеют научная продуктивность и интернационализация.

Ключевые слова: качество приема, средний балл ЕГЭ, рейтинги университетов, RAEX, QS, THE, Интерфакс, репутационный капитал.

Репутационный капитал университета является важным нематериальным активом, который влияет на привлечение студентов, преподавателей и финансирование [1; 2]. На практике репутацию часто отождествляют с местом вуза в национальном или мировом рейтинге. В России и мире используются разные системы оценивания вузов: национальные (RAEX, «Интерфакс») и международные (QS, THE). Все они оценивают университеты по десяткам показателей, но с разными весами: в одних больший вес имеют опросы экспертов, а в других ключевым является публикационная активность [3; 4].

Средний балл ЕГЭ поступающих на бюджет является широко используемым индикатором качества приема [5; 6]. Согласно сигнальной теории, высокий проходной балл воспринимается как сигнал о престиже вуза [7]. Однако разные рейтинги могут по-разному улавливать этот сигнал. Если рейтинг включает прямые показатели селективности или опирается на опросы академических экспертов, которые обращают внимание на входной уровень студентов, связь будет сильнее. Если рейтинг базируется преимущественно на библиометрии и доходах, связь может быть слабой.

Целью настоящего исследования является выявление силы связи среднего балла ЕГЭ с каждым из четырех рейтингов (RAEX, QS, THE, «Интерфакс») на основе парного регрессионного анализа. Такой сравнительный анализ, по нашему мнению, позволит руководству университетов понять, на какой рейтинговый показатель можно повлиять быстрее всего, повышая качество приема.

Связь между селективностью приема и репутацией университета изучается давно. Спенс [7] показал, что диплом престижного вуза служит сигналом для работодателя; позже эту логику распространили на входные характеристики студентов. Так, Тсиниду и соавторы [8] выявили, что одним из ключевых детерминант воспринимаемого качества образования в вузе является качество входящего потока абитуриентов.

В ранее проводимых исследованиях Я. Б. Лавриненко зафиксировала значимую связь между баллами рейтингов и рядом показателей: средними баллами ЕГЭ абитуриентов, поступивших на бюджет, числом «абитуриентов олимпиадников», объёмом НИОКР, числом НПР со степенями кандидата и доктора наук в расчёте на 100 студентов, количеством научных публикаций, выполненных совместно с иностранными организациями, и доходами университета. [9; 10]. Однако работы, непосредственно сопоставляющие силу связи балла ЕГЭ с разными рейтингами, почти отсутствуют. Чаще всего берут один рейтинг как агрегированную меру репутации [11] либо изучают факторы, влияющие на сам балл [6]. Между тем рейтинги методологически различны. Например, RAEX формируется на 40% из опросов экспертов, а QS — на 50% из академической репутации и репутации работодателей [3]. THE делает упор на исследовательскую среду и цитирования. «Интерфакс» использует более двадцати показателей, в числе которых есть балл ЕГЭ [12]. Поэтому естественно ожидать, что сила связи будет различаться, и эмпирическая проверка этого предположения представляет научный и практический интерес.

В анализ включены 52 российских университета за 2018–2023 гг. (311 наблюдений вуз–год, исключены пропуски). Выборка охватывает все ведущие классические, технические, федеральные и национальные исследовательские университеты, стабильно присутствующие в рассматриваемых рейтингах. Данные по среднему баллу ЕГЭ бюджетного приема (очная форма, бакалавриат/специалитет) взяты из ежегодных докладов «Качество приема в российские вузы» НИУ ВШЭ [13]. Рейтинговые позиции получены из открытых источников: RAEX («Три миссии университета»), QS World University Rankings, THE World University Rankings, а также Национальный рейтинг университетов «Интерфакс» [14]. Использованы исходные ранги (без преобразования шкал), поскольку сравнение коэффициентов детерминации R^2, не зависящих от единиц измерения, позволяет корректно сопоставить силу связи для разных рейтингов.

Для каждого из четырех рейтингов оценена отдельная парная линейная регрессия методом наименьших квадратов:

$$\text{Рейтинговый ранг} = \beta_0 + \beta_1 \cdot (\text{средний балл ЕГЭ}) + \varepsilon.$$

Статистическая значимость коэффициентов проверялась с помощью t-теста. Сила связи измерялась коэффициентом детерминации R^2 и корреляцией Пирсона (множественный R). Анализ проведен в среде Excel; стандартные ошибки и доверительные интервалы рассчитаны стандартным способом.

Описательные статистики по исходным данным представлены в таблице 1. Видно, что рейтинги имеют разные диапазоны: QS и THE измеряются в тысячах, а RAEX и «Интерфакс» — в сотнях, что делает прямое сравнение коэффициентов некорректным, но не влияет на сравнение R^2.

Таблица 1
Описательные статистики переменных (N = 311)

Показатель	Среднее	Минимум	Максимум
Средний балл ЕГЭ	78,5	61,5	97,0
QS	543,1	74	1000
THE	782,4	158	1500
RAEX	30,6	1	100
Интерфакс	28,3	1	100

Источник: составлено автором по данным [13; 14].

Корреляционная матрица (таблица 2) демонстрирует устойчивую отрицательную связь между баллом ЕГЭ и рангами (чем выше балл, тем лучше место, т.е. ранг меньше). Наиболее высокий коэффициент корреляции (по модулю) зафиксирован с рейтингом «Интерфакс» ($r = 0,866$), затем с RAEX ($r = 0,861$), далее с QS ($r = 0,735$) и THE ($r = 0,690$). Все корреляции статистически значимы на уровне $p < 0,001$.

Таблица 2
Корреляции Пирсона между средним баллом ЕГЭ и рейтинговыми рангами

Рейтинг	Коэффициент корреляции (r)
Интерфакс	0,866 (p <0,001)
RAEX	0,861 (p <0,001)
QS	0,735 (p <0,001)
THE	0,690 (p <0,001)

Результаты регрессионного анализа приведены в таблице 3. Все модели статистически значимы ($p < 0,001$). Коэффициенты при балле ЕГЭ отрицательны, что подтверждает: увеличение среднего балла на 1 пункт ассоциировано с улучшением ранга (уменьшением числового значения) на величину коэффициента. Однако из-за разных масштабов рейтингов интерпретировать величины коэффициентов напрямую нельзя, поэтому основное внимание уделяется R^2.

Таблица 3
Результаты парных регрессий (зависимая переменная – исходный ранг)

Рейтинг	Коэффициент β_1	Стандартная ошибка	R^2	F-статистика	p-значение
Интерфакс	2,663	0,087	0,750	926,8	<0,001
RAEX	2,646	0,089	0,742	889,4	<0,001
QS	24,581	1,290	0,540	363,0	<0,001
THE	33,231	1,981	0,477	281,5	<0,001

Наибольшее значение коэффициента детерминации получено при проведении парной регрессии для рейтинга «Интерфакс», 75% вариации позиций в рейтинге коррелирует со средними показателями балла ЕГЭ. Для рейтинга RAEX был получен практически идентичный показатель (0,742). Для международных рейтингов QS и THE коэффициент детерминации заметно ниже (0,540 и 0,477 соответственно), что, по мнению авторов, может говорить о непрямой случайно корреляции. Полученные результаты показывают, что рейтинги действительно обладают разной чувствительностью к качеству приема абитуриентов. Наиболее тесная связь обнаружена для «Интерфакса» и RAEX, что согласуется с их методологией: оба рейтинга являются национальными и включают показатели, непосредственно связанные с контингентом студентов. В методологии «Интерфакса» среди более чем двадцати индикаторов присутствует и средний балл ЕГЭ [12], что объясняет максимальную долю объясненной дисперсии. RAEX также уделяет значительное внимание таким параметрам, как доля победителей олимпиад, что усиливает корреляцию с баллом ЕГЭ. Таким образом, по результатам проведения регрессионного анализа связь качества приема с изучаемыми рейтингами выстраивается в следующем порядке:

1) Национальный рейтинг университетов «Интерфакс»;
2) Национальный рейтинг университетов «RAEX-100»;
3) Международный рейтинг университетов «QS»;
4) Международный рейтинг университетов «THE».

В методологии рейтингов QS и THE больший вес имеют исследовательская деятельность, цитируемость и интернационализация. Сами рейтинги строятся на основе репутационных опросов (в QS – 50%, в THE – 33%). Мы разделяем позицию построения оценки на основе экспертных опросов, но в этом случае учет качества приема в вузы может оказывать только косвенное влияние на позицию в рейтинге. Для подтверждения гипотезы в дальнейших исследованиях целесообразно также рассмотреть, насколько библиометрические показатели и доходы от исследований коррелируют с селективностью приема в краткосрочной перспективе.

Таким образом, сравнительный анализ четырех рейтингов (RAEX, QS, THE, «Интерфакс») на данных 52 российских университетов за шесть лет (311 наблюдений) показал, что качество приема абитуриентов в вузы является значимой переменной во всех рассмотренных рейтингах. В зависимости от рейтинга сила связи между качество приема (средний результат ЕГЭ, зачисленных на бюджет) существенно различается. По результатам парных регрессий наиболее тесная связь выявлена с рейтингом «Интерфакс» ($R^2 = 0,750$) и RAEX ($R^2 = 0,742$), значительно слабее – с QS ($R^2 = 0,540$) и THE ($R^2 = 0,477$).

Улучшение качества набора окажет более сильное влияние на результаты вузов в рейтинге «Интерфакс» и почти с той же скоростью – в RAEX. Влияние на QS и THE будет заметно более низким и, по мнению авторов, более отложенным, поскольку эти рейтинги требуют накопления научной репутации и международного признания. Полученные выводы позволяют университетам более обоснованно выбирать стратегию повышения репутационного капитала в зависимости от приоритетных задач по развитию положения в российских и международных рейтингах.

Литература

1. Fombrun C.J. Reputation: Realizing Value from the Corporate Image. – Boston: Harvard Business School Press, 1996. – 441 p.
2. Barnett M.L., Jermier J.M., Lafferty B.A. Corporate Reputation: The Definitional Landscape // Corporate Reputation Review. – 2006. – Vol. 9, No. 1. – P. 26–38.
3. Hazelkorn E. Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence. – 2nd ed. – London: Palgrave Macmillan, 2015. – 304 p.
4. Dill D.D., Soo M. Academic Quality, League Tables, and Public Policy: A Cross-National Analysis of University Ranking Systems // Higher Education. – 2005. – Vol. 49, No. 4. – P. 495–533.
5. Андрущак Г.В., Натхов Т.В. Введение ЕГЭ: стратегии абитуриентов и доступность высшего образования. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2010. – 52 с.
6. Prakhov I. The Determinants of University Selection in Russia: The Role of the Unified State Exam // Higher Education Quarterly. – 2015. – Vol. 69, No. 2. – P. 158–181.
7. Spence M. Job Market Signaling // The Quarterly Journal of Economics. – 1973. – Vol. 87, No. 3. – P. 355–374.
8. Tsinidou M., Gerogiannis V., Fitsilis P. Evaluation of the Factors that Determine Quality in Higher Education: An Empirical Study // Quality Assurance in Education. – 2010. – Vol. 18, No. 3. – P. 227–244.
9. Лавриненко Я.Б. Исследование инновационной активности университетов РФ через призму международных рейтингов // Экономическое возрождение России (электронная версия). – 2024. – № 1. – С. 167–180.
10. Кузьминов Я.И., Юдкевич М.М. Университеты в России: как это работает. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2021. – 584 с.
11. Качество приема в российские вузы – 2023: основные итоги / под ред. М.С. Добряковой. – М.: НИУ ВШЭ, 2024. – 128 с.
12. Национальный рейтинг университетов «Интерфакс»: методология. – Режим доступа: https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2023 (дата обращения: 20.06.2026).
13. Мониторинг качества приема в вузы. – М.: Минобрнауки России, 2023. – Режим доступа: https://monitoring.miccedu.ru/ (дата обращения: 15.06.2026).
14. Рейтинги RAEX («Три миссии университета»), QS World University Rankings, THE World University Rankings, Национальный рейтинг университетов «Интерфакс», выпуски 2019–2024 гг. Данные доступны на официальных сайтах агентств.

How does the quality of admission relate to university rankings: comparative analysis

Sabirov R.R.
Kazan (Volga Region) Federal University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The university's reputation is often measured by its place in national or world rankings. An important indicator of reputation is the average EXAM score of enrolled applicants. The article uses data from 52 leading Russian universities for 2018-2023 (311 observations) to compare which of the four ratings (RAEX, QS, THE, Interfax) the quality of admission is more closely related. Using paired linear regressions, it was found that the strongest relationship is observed with the Interfax rating (R2 = 0.750), slightly weaker with RAEX

(R2 = 0.742), followed by QS (R2 = 0.540) and THE (R2 = 0.477). All coefficients are statistically significant (p<0.001). The results obtained are explained by the methodological features of the ratings: Interfax and RAEX directly take into account the indicators of the admission campaign, whereas scientific productivity and internationalization have more weight in the methodology of the global ratings of QS and THE.

Keywords: admission quality, average EXAM score, university ratings, RAEX, QS, THE, Interfax, reputational capital.

References

1. Fombrun C.J. Reputation: Realizing Value from the Corporate Image. – Boston: Harvard Business School Press, 1996. – 441 p.
2. Barnett M.L., Jermier J.M., Lafferty B.A. Corporate Reputation: The Definitional Landscape // Corporate Reputation Review. – 2006. – Vol. 9, No. 1. – P. 26–38.
3. Hazelkorn E. Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence. – 2nd ed. – London: Palgrave Macmillan, 2015. – 304 p.
4. Dill D.D., Soo M. Academic Quality, League Tables, and Public Policy: A Cross-National Analysis of University Ranking Systems // Higher Education. – 2005. – Vol. 49, No. 4. – P. 495–533.
5. Andrushchak G.V., Natkhov T.V. Introduction of the Unified State Exam: strategies of applicants and accessibility of higher education. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2010. 52 p.
6. Prakhov I. The Determinants of University Selection in Russia: The Role of the Unified State Exam // Higher Education Quarterly. – 2015. – Vol. 69, No. 2. – P. 158–181.
7. Spence M. Job Market Signaling // The Quarterly Journal of Economics. – 1973. – Vol. 87, No. 3. – P. 355–374.
8. Tsinidou M., Gerogiannis V., Fitsilis P. Evaluation of the Factors that Determine Quality in Higher Education: An Empirical Study // Quality Assurance in Education. – 2010. – Vol. 18, No. 3. – P. 227–244.
9. Lavrinenko Ya.B. Research of innovation activity of universities of the Russian Federation through the prism of international ratings // Economic revival of Russia (electronic version). - 2024. – No. 1. – pp. 167-180.
10. Kuzminov Ya.I., Yudkevich M.M. Universities in Russia: How it works. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2021. 584 p.
11. The quality of admission to Russian universities – 2023: the main results / edited by M.S. Dobryakova. Moscow: HSE, 2024. 128 p.
12. Interfax National University Ranking: methodology. – Access mode: https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2023 (date of request: 06/20/2026).
13. Monitoring the quality of admission to universities. Moscow: Ministry of Education and Science of Russia, 2023. – Access mode: https://monitoring.miccedu.ru / (date of access: 06/15/2026).
14. RAEX Ratings ("Three University Missions"), QS World University Rankings, THE World University Rankings, Interfax National University Ranking, issues 2019-2024. The data is available on the official websites of the agencies.

Государственное регулирование международной торговли фармацевтической продукцией

Сенотрусова Светлана Валентиновна
доктор биологических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, senotrusovasv@gmail.ru,

Свинухов Владимир Геннадьевич
доктор географических наук, профессор, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, customs202@gmail.com

Государственное регулирование внешней торговли фармацевтической продукцией, классифицируемой в группе 30 ТН ВЭД ЕАЭС, строится на сочетании таможенно-тарифных и нетарифных инструментов, применяемых на единой таможенной территории Союза. Определяющую роль в этом процессе играет Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности, которая служит основой для классификации товаров и выбора соответствующих мер регулирования. Ключевая особенность товаров данной группы заключается в том, что их отнесение к фармацевтическим средствам определяется не материалом изготовления, а функциональным назначением — лечением, профилактикой или диагностикой заболеваний. Регуляторные полномочия в этой сфере распределены между наднациональным уровнем Евразийской экономической комиссии, утверждающей единые ставки пошлин и перечни ограничений, и национальными органами стран-членов ЕАЭС. В отношении лекарственных препаратов, вакцин и сывороток применяются специальные меры, включающие обязательную государственную регистрацию, сертификацию соответствия и санитарно-эпидемиологический контроль на границе. Для отдельных позиций группы 30 могут вводиться лицензирование и разрешительный порядок ввоза или вывоза, что связано с необходимостью контроля за оборотом сильнодействующих и психотропных веществ. Основная цель всего комплекса регулирующих мер — обеспечение безопасности и качества фармацевтической продукции на внутреннем рынке, защита здоровья населения при одновременном создании предсказуемых условий для законной международной торговли.

Ключевые слова: фармацевтическая продукция, государственное регулирование, тарифные и нетарифные инструменты, международная торговля, лекарственные препараты.

Введение

Правовое регулирование таможенных операций и таможенного контроля производимые в отношении фармацевтической продукции в ЕАЭС строится на сочетании таможенного законодательства ЕАЭС и национальных норм государств-членов, регулирующих обращение лекарственных средств и иных товаров медицинского назначения.

Нормативная база государственного регулирования международной торговли

Основным нормативным актом является Таможенный кодекс ЕАЭС, который определяет порядок совершения таможенных операций и формы таможенного контроля, а также применение системы управления рисками при перемещении товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС [1]. Решения и постановления ЕЭК детализируют правила декларирования, классификации, а также сопроводительные требования к товарам, в том числе обязательные документы и процедуры контроля. В первую очередь, необходимо отметить нормы Решения Совета ЕЭК от 14.09.2021 № 80, в соответствии с которыми осуществляется классификация, определение таможенной стоимости и применения тарифных преференций, поскольку для фармацевтической продукции распространены ситуации, связанные с корректностью заявленного кода ТН ВЭД, ставок пошлин и НДС, а также подтверждением страны происхождения при изменении географии поставок [2]. Решение КТС от 28.05.2010 № 299 регулирует санитарно-эпидемиологический контроль данной группы товаров на территории ЕАЭС [3]. Кроме того, разработаны рекомендации Коллегии ЕЭК от 07.11.2017 № 21 по классификации каждой группы товаров, в том числе и для рассматриваемой группы [4].

Решение Совета ЕЭК от 03.11.2016 № 78 закрепляет единый для государств ЕАЭС порядок регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения, относящихся к группе 30 ТН ВЭД ЕАЭС, определяя требования к регистрационному досье, процедурам оценки качества, безопасности и эффективности, а также правила внесения изменений в регистрацию и условия допуска препарата к обращению на рынке ЕАЭС [5]. Решение Совета ЕЭК от 03.11.2016 № 77 устанавливает обязательные требования надлежащей производственной практики ЕАЭС, направленные на обеспечение высокого качества лекарственных средств на всех стадиях производства и контроля, включая организацию системы качества, документацию и инспектирование производственных площадок [6]. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 80 регулирует надлежащую дистрибьюторскую практику в ЕАЭС и определяет требования к хранению, перемещению и распределению лекарственных средств, обеспечивая сохранение их качества в цепи поставок, прослеживаемость партий и предотвращение попадания в обращение недоброкачественной или фальсифицированной продукции [7].

На национальном уровне в Российской Федерации ключевыми являются нормы об обращении лекарственных средств и государственном контроле в сфере здравоохранения: Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» [8], Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [9], Постановление Правительства РФ от 01.06.2021 № 853 «Об утверждении Правил ввоза лекарственных средств для медицинского применения в Российскую Федерацию и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации» [10] и другие. В рамках таможенного администрирования это проявляется в повышенном внимании к наличию и корректности регистрационных удостоверений, лицензий и разрешений (при необходимости), документов о качестве, соблюдению специальных условий перевозки и хранения (включая температурные режимы), а также к идентификации товара по составу, форме выпуска и назначению.

Таможенное регулирование международной торговли

Таможенный контроль в отношении фармацевтической продукции реализуется преимущественно в формах документального контроля и контроля сведений, заявленных в декларации на товары, с проверкой классификации по ТН ВЭД ЕАЭС, таможенной стоимости, страны происхождения и соблюдения мер нетарифного регулирования. Для фармацевтических товаров особое значение имеет контроль соблюдения запре-

тов и ограничений, включая проверку регистрационного статуса лекарственного препарата, наличия разрешительных документов и корректности маркировки, а также проверку сведений о производителе и цепочке поставок в целях минимизации рисков ввоза фальсифицированной, недоброкачественной или незарегистрированной продукции. При выявлении признаков несоответствия обязательным требованиям таможенные органы взаимодействуют с уполномоченными органами в сфере здравоохранения и санитарного надзора, что обеспечивает межведомственный характер контроля и повышает уровень прослеживаемости фармацевтической продукции при трансграничном перемещении.

В административно-правовом поле ФТС России и подчиненные таможенные органы вправе возбуждать дела об административных правонарушениях и проводить административное расследование по составам, связанным с нарушением таможенных правил. Рассмотрение таких дел осуществляется в порядке, установленном КоАП РФ, с вынесением постановлений о назначении наказания либо о прекращении производства по делу, а также с обеспечением процессуальных гарантий лиц, привлекаемых к ответственности. В уголовно-правовой сфере таможенные органы выступают органами дознания по отдельным составам преступлений, отнесенным к их подследственности (в частности, по делам о контрабанде отдельных категорий товаров, незаконном перемещении через границу стратегически важных товаров и ресурсов, а также по ряду преступлений, связанных с уклонением от уплаты таможенных платежей и иными посягательствами на установленный порядок перемещения товаров). При этом предварительное следствие по иным категориям дел может осуществляться следственными органами, а материалы, выявленные таможней, служат основанием для передачи по подследственности.

Таким образом, правовое регулирование таможенных операций и таможенного контроля в отношении фармацевтической продукции представляет собой систему, в которой таможенно-правовые механизмы обеспечения законности перемещения товаров дополняются отраслевыми требованиями фармацевтического регулирования, направленными на защиту здоровья населения и недопущение обращения на рынке небезопасных и нелегальных лекарственных средств.

Таможенный контроль в отношении товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС характеризуется повышенной значимостью, что обусловлено непосредственным влиянием фармацевтической продукции на охрану здоровья населения, а также высокой стоимостью, наукоемкостью и чувствительностью таких товаров к условиям обращения. В системе таможенного администрирования данная группа относится к категориям, где контрольные действия направлены не только на обеспечение полноты уплаты таможенных платежей и соблюдение запретов и ограничений, но и на подтверждение законности ввоза и вывоза с учетом требований технического и санитарного регулирования, правил обращения лекарственных средств и иных специальных режимов, применимых к отдельным видам продукции. Вследствие этого, таможенный контроль опирается на сочетание документальной верификации, аналитической оценки рисков и выборочных форм фактического контроля с учетом приоритета недопущения в оборот контрафактной, фальсифицированной либо недоброкачественной продукции.

Таможенный контроль в отношении товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС проводится таможенными органами условно поэтапно и с учетом повышенных рисков для здоровья населения, а также особенностей нетарифного регулирования и подтверждения соответствия.

1. Подготовительный этап. На данном этапе участник ВЭД формирует комплект документов и сведения для декларирования, обеспечивая корректную классификацию товара в группе 30 ТН ВЭД ЕАЭС, определение таможенной стоимости и страны происхождения, а также наличие разрешительных документов, если они требуются. Для фармацевтической продукции ключевое значение имеют документы, подтверждающие соблюдение мер технического регулирования и специальных ограничений: регистрационные документы на лекарственные препараты, сведения о производителе, составе, лекарственной форме, дозировке, а также документы, подтверждающие качество и безопасность, инструкции и маркировка. Уже на этом этапе существенным элементом является предварительный контроль полноты и непротиворечивости представленных сведений, поскольку для данной группы товаров типичны риски неверной классификации, а также подмены товарной партии, несоответствия маркировки или заявленного состава.

2. Предварительное декларирование. Следующий этап связан с подачей декларации на товары и проведением документального контроля в рамках таможенных операций. Таможенный орган проверяет корректность заявленных сведений, сопоставляя их с коммерческими и транспортными документами, данными о производителе и характеристиками товара.

При контроле классификации по ТН ВЭД ЕАЭС оцениваются состав, назначение, форма выпуска, способ применения, наличие регистрации товара и степень подготовки товара к розничной продаже. Также, осуществляется контроль соблюдения запретов и ограничений: таможенный орган устанавливает, подпадает ли партия под меры нетарифного регулирования (например, необходимость представления документов, подтверждающих регистрацию лекарственного препарата, либо соблюдение требований к ввозу образцов, субстанций, продукции для клинических исследований).

Так, правом ввоза лекарственных средств в Россию обладает ограниченное число субъектов: «…производители лекарственных средств – для целей собственного производства; организации оптовой торговли лекарственными средствами; иностранные разработчики лекарственных средств и иностранные производители лекарственных средств или другие юридические лица по поручению разработчика; научные организации, образовательные организации высшего образования и производители лекарственных средств; медицинские организации».

Минздрав РФ выдает заключение на ввоз: незарегистрированных, предназначенных для их экспертизы; незарегистрированных для регистрации; незарегистрированных для оказания медицинской помощи по жизненным показаниям; незарегистрированных, для предотвращения последствий ЧС; конкретной партии, для клинических исследований или испытаний.

Росздравнадзор выдает разрешения на ввоз медицинских изделий для регистрации, а также для оказания медицинской помощи. На территории ЕАЭС принята единая форма заключения. Юридические лица получают заключение, подав необходимые документы в Минздрав РФ. Срок действия заключения продлению не подлежит. Разрешительный порядок устанавливается в отношении ввоза наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров.

Кроме того, Решением Совета ЕЭК от 3 ноября 2016 г. № 781 утверждены правила регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения. Согласно утвержденным правилам, лекарственные препараты, зарегистрированные в соответствии с законодательством государств-членов ЕАЭС, должны быть приведены в соответствие с требованиями международных договоров и актов, составляющих право ЕАЭС, до 31 декабря 2025 г. Положением о ввозе на таможенную территорию ЕАЭС лекарственных средств установлено, что помещение зарегистрированных лекарственных средств под таможенные процедуры выпуска для внутреннего потребления, переработки для внутреннего потребления, реимпорта и отказа в пользу государства осуществляется при представлении таможенному органу сведений о включении лекарственного средства в реестр зарегистрированных лекарственных средств ЕАЭС либо в соответствующий государственный реестр лекарственных средств государства-члена ЕАЭС. Выпуск указанной категории товаров возможен при наличии действующей записи в соответствующем реестре.

В части таможенной стоимости проверяется обоснованность цены сделки, наличие лицензионных платежей и иных начислений, а также соответствие условий поставки и платежей заявленной стоимости; для фармацевтической продукции это особенно актуально ввиду значительной доли нематериальных компонентов (бренд, патенты, роялти) и частого участия взаимосвязанных лиц. Так, ставки ввозных пошлин варьируются от 0 % до 8 %, НДС может быть уплачен по ставке 10%, если предоставлены все необходимые разрешительные документы, а код ТН ВЭД лекарственного средства включен в Постановление Правительства РФ от 15.09.2008 № 688 «Об утверждении перечней кодов медицинских товаров, облагаемых налогом на добавленную стоимость по налоговой ставке 10 процентов».

Информация о размере ставок ввозных пошлин систематизирована из ЕТТ ЕАЭС по состоянию на март 2026 года и представлена в таблице 1.

Анализ ставок ввозных таможенных пошлин товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС показывает, что наибольшее число позиций облагается по ставкам от 3 до 6,5%. При этом для отдельных социально значимых и специализированных товаров, включая некоторые лекарственные средства, иммунобиологические препараты, гепарин, инсулин, а также товары для клинических исследований, установлена нулевая ставка пошлины. При этом максимальная ставка ввозной пошлины в размере 8 % установлена для одного из товаров – «стерильные хирургические или стоматологические адгезионные барьеры, рассасывающиеся или нерассасывающиеся из трикотажного полотна машинного или ручного вязания, кроме ворсового полотна».

Кроме того, таможенные органы проверяют легальность применения преференций к товарам. Так, например, нулевая ставка таможенной пошлины применяется в отношении товаров, входящих в товарную позицию 3003 ТН ВЭД. Более того, в апреле 2022 года таможенная по-

шлина на ввоз лекарственных средств была обнулена. Это была вынужденная мера, направленная на преодоление последствий санкций, введенных недружественными странами. Беспошлинный ввоз был отменен в апреле 2023 года. Обнуление пошлин помогло не допустить резкого роста цен на лекарства и сохранить положительную динамику поставок. Введенные меры способствовали стабилизации экономики России и работы российских импортозависимых фармпроизводителей.

Таблица 1
Ставки ввозных пошлин на товары группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС

Код ТН ВЭД	Наименование товарной позиции	Краткая характеристика	Ставка ввозной пошлины (в % от таможенной стоимости либо в евро, либо в долларах США)
3001	Железы, органы, экстракты, гепарин и его соли, прочие вещества животного/человеческого происхождения	Экстракты желез и органов, вещества для терапевтических и профилактических целей	0-6,5%
3002	Кровь человеческая и животных, иммунные сыворотки, вакцины, токсины, культуры микроорганизмов, клеточные культуры	Иммунологические продукты, вакцины для людей и животных, клеточные культуры	0-6,5%
3003	Лекарственные средства, состоящие из смеси двух и более компонентов, не расфасованные для розничной продажи	Препараты с антибиотиками, гормонами, алкалоидами, противомалярийными веществами	0%
3004	Лекарственные средства, расфасованные в дозированные формы или упаковки для розничной продажи	Основная категория готовых лекарственных препаратов	0-6,5%
3005	Вата, марля, бинты, пластыри и аналогичные изделия	Перевязочные материалы, пропитанные фармацевтическими веществами или расфасованные для розничной продажи	5%
3006	Прочая фармацевтическая продукция	Шовные материалы, диагностические реагенты, стоматологические цементы, аптечки, контрацептивы, гели, стомические изделия	0-8%

Анализ действующего таможенно-тарифного регулирования Российской Федерации показывает, что в отношении товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС вывозные таможенные пошлины не применяются. Это обусловлено тем, что указанная товарная группа не включена в перечень товаров, облагаемых экспортными пошлинами. Соответствующие изменения нашли отражение, в частности, в Постановлении Правительства РФ от 27.12.2023 № 2338. Данная мера была введена для поддержки российского фармацевтического рынка.

На сегодняшний день одной из мер поддержки фармацевтического рынка выступает «параллельный импорт». «Параллельный импорт» был официально легализовал опубликованием Постановления Правительства РФ от 29 марта 2022 № 506. В данном постановлении Правительством РФ были переданы полномочия Министерству промышленности и торговли Российской Федерации (далее - Минпромторг) по утверждению списка товаров, которые могут быть перевезены «параллельным импортом». И уже 19 апреля 2022 года Минпромторг опубликовал перечень товаров, в который, прежде всего вошли товары, правообладатели которых прекратили деятельность на территории России. По состоянию на декабрь 2025 года, в рамках параллельного импорта разрешен ввоз следующих товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС: 3002 12 000 9 (Miltenyi Biotec), 3005 90 100 0 (О.В., Carefree).

3. Применение системы управления рисками (далее – СУР). На данном этапе определяется форма и объем контроля: от выпуска по документам до назначения дополнительных проверочных мероприятий. Для товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС типичными являются профили риска, связанные с достоверностью сведений о составе и назначении, корректностью разрешительных документов, соблюдением температурного режима и условий перевозки, а также подлинностью маркировки. В зависимости от результата СУР таможенный орган может запросить дополнительные документы и пояснения (например, развернутую спецификацию состава, технологическое назначение, сведения о регистрации, подтверждение условий хранения и транспортирования, документы по серийности и срокам годности). Данный этап отражает риск-ориентированный подход: контроль концентрируется на наиболее уязвимых направлениях, снижая административную нагрузку для добросовестных участников ВЭД.

4. Фактический таможенный контроль. Далее проводится фактический контроль, который может включать таможенный осмотр, досмотр, идентификацию товаров и отбор проб и образцов.

Для фармацевтической продукции фактический контроль имеет выраженную специфику: проверяются первичная и вторичная упаковка, наличие обязательных реквизитов маркировки, соответствие серий (партии), сроков годности, целостность упаковки, а также сопроводительные сведения, позволяющие установить прослеживаемость. При необходимости таможенный орган инициирует экспертизу для подтверждения заявленных характеристик (например, состава, содержания действующих веществ, лекарственной формы), что применяется при сомнениях в классификации, достоверности описания или при выявлении признаков контрафактности. Особое значение имеет контроль соблюдения условий транспортирования и хранения (в том числе температурных режимов для термолабильных препаратов), поскольку несоблюдение таких условий может влиять на качество и безопасность товара и, следовательно, на возможность его выпуска.

Кроме того, проверяется обязательная маркировка. Согласно законодательству ЕАЭС, маркировка лекарственных средств должна быть нанесена на упаковку на русском языке и при наличии соответствующих требований в законодательстве государств-членов ЕАЭС на государственном языке государства-члена, на территории которого реализуются лекарственные средства. Дополнительное использование других языков допускается при условии полной идентичности информации. При этом, маркировка лекарственных средств не должна противоречить или искажать сведения, содержащиеся в документах регистрационного досье, и носить рекламный характер.

Так, с 1 июля 2020 года в Российской Федерации введена обязательная маркировка лекарственных препаратов с помощью кода Data Matrix, которая также относится к числу мер технического регулирования перемещения фармацевтической продукции. Стоит отметить, что участниками маркировки являются все звенья цепи поставки продукции до конечного потребителя, включая производителей, дистрибьюторов, сети аптек и медицинские центры. Изначальная регистрация препарата осуществляется производителем, который и формирует код, после чего дистрибьюторы регистрируют в системе получение препарата и передают его в аптеки, где и производится передача конечному потребителю. Что касается медицинских центров, то они, аналогично аптекам, осуществляют прием препарата от дистрибьютора, однако впоследствии производят списание для оказания услуг, а не для коммерческих целей.

5. Принятие решения. Заключительный этап включает принятие решения о выпуске товаров либо о применении мер реагирования при выявлении нарушений. При подтверждении соблюдения требований таможенный орган осуществляет выпуск в заявленную таможенную процедуру при условии уплаты таможенных платежей и выполнения запретов и ограничений. Для товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС выпуск означает фактическое допущение товара к дальнейшему обороту, однако не заменяет отраслевой контроль в сфере обращения лекарственных средств (фармаконадзор, контроль качества, лицензионный контроль и т.п.), осуществляемый уполномоченными органами по национальным правилам или правилам ЕАЭС. Если выявлены несоответствия, таможенный орган принимает решения в пределах компетенции: может быть отказано в выпуске до устранения нарушений, назначены дополнительные формы контроля, инициированы административные процедуры, а также обеспечены меры по недопущению обращения потенциально небезопасной продукции.

6. Таможенный контроль после выпуска товаров (постконтроль). ТК ЕАЭС предусматривает возможность контроля после выпуска, включая таможенные проверки, направленные на выявление недостоверного декларирования и нарушений, не выявленных на этапе выпуска.

Для товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС постконтроль связан с проверкой корректности классификации и правомерности применения льгот, достоверности таможенной стоимости (особенно при наличии лицензионных и иных платежей, влияющих на стоимость), соблюдении запретов и ограничений (в т.ч. при выявлении фактов представления недействительных разрешительных документов), проверке цепочек поставки и контрактных условий (эксклюзивные дистрибьюторские договоры, агентские схемы).

Постконтроль по фармацевтической продукции нередко осуществляется во взаимодействии с иными органами (уполномоченными в сфере обращения лекарственных средств, санитарного надзора, правоохранительными органами), поскольку выявление оборота незарегистрированных или фальсифицированных лекарственных средств требует межведомственного обмена сведениями.

Заключение

Таким образом, этапность таможенного контроля в отношении товаров группы 30 ТН ВЭД ЕАЭС характеризуется сочетанием документальных и фактических проверок, обязательным учетом мер нетарифного регулирования и риск-ориентированным выбором форм контроля. Специфика фармацевтической продукции предопределяет повышенное внимание к идентифицирующим признакам товара (состав, лекарственная форма, серийность), прослеживаемости, качеству и условиям обращения, что обеспечивает баланс между ускорением внешнеторгового оборота и защитой публичных интересов в сфере охраны здоровья.

Литература

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (ред. от 29.05.2019) (приложение N 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза). – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/?ysclid=mqt86xv0hl124033895
2. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 14.09.2021 N 80 (ред. от 26.09.2025) «Об утверждении единой Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза и Единого таможенного тарифа Евразийского экономического союза, а также об изменении и признании утратившими силу некоторых решений Совета Евразийской экономической комиссии» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.10.2025). – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/21sr0080/?ysclid=mqtdqqiu1y827943567
3. Решение Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 N 299 (ред. от 23.09.2025) «О применении санитарных мер в Евразийском экономическом союзе» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.10.2025). – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/10sr0299/?ysclid=mqtdwfj3cb471017949
4. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 07.11.2017 № 21 (ред. от 03.12.2019) «О Пояснениях к единой Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза» (вместе с «Пояснениями к единой Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС)» (Том I. Разделы I - VI. Группы 01 - 28). – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/17rk0021/?ysclid=mqtdxq9z3a887902854
5. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 N 78 (ред. от 26.11.2025) «О Правилах регистрации и экспертизы лекарственных средств для медицинского применения». – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0078/?ysclid=mqtdyz0cd8685359001
6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 77 (ред. от 04.07.2023) «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза». – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0077/?ysclid=mqte0jdgyz431745955
7. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 № 80 «Об утверждении Правил надлежащей дистрибьюторской практики в рамках Евразийского экономического союза». – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0080/?ysclid=mqte1yno87172749606
8. Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ (ред. от 23.07.2025) «Об обращении лекарственных средств». – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/10fz0061/?ysclid=mqte2t7mhu160333088
9. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 23.07.2025) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2025). – Режим доступа: https://mchs.gov.ru/uploads/document/2026-01-20/760c9a62886052db7327f9dce7a3befb.pdf?ysclid=mqte3vyttw121889070
10. Постановление Правительства РФ от 01.06.2021 № 853 (ред. от 18.06.2025) «Об утверждении Правил ввоза лекарственных средств для медицинского применения в Российскую Федерацию и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». – Режим доступа: https://www.alta.ru/tamdoc/21ps0853/?ysclid=mqte4siah095613407

State regulation of international trade in pharmaceutical products

Senotrusova S.V., Svinukhov V.G.

Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

State regulation of foreign trade in pharmaceutical products classified in Group 30 of the EAEU Customs Code is based on a combination of customs tariff and non-tariff instruments used in the single customs territory of the Union. The determining role in this process is played by the Commodity Nomenclature of foreign economic activity, which serves as the basis for the classification of goods and the selection of appropriate regulatory measures. The key feature of the products in this group is that their classification as pharmaceuticals is determined not by the material of manufacture, but by their functional purpose — treatment, prevention or diagnosis of diseases. Regulatory powers in this area are distributed between the supranational level of the Eurasian Economic Commission, which approves uniform duty rates and lists of restrictions, and the national authorities of the EAEU member states. Special measures are applied to medicines, vaccines and serums, including mandatory state registration, conformity certification and sanitary and epidemiological control at the border. Licensing and permissive import or export procedures may be introduced for individual items of Group 30, which is associated with the need to control the turnover of potent and psychotropic substances. The main objective of the entire set of regulatory measures is to ensure the safety and quality of pharmaceutical products on the domestic market, and to protect public health while creating predictable conditions for legitimate international trade.

Keywords: pharmaceutical products, government regulation, tariff and non-tariff instruments, international trade, medicines.

References

1. The Customs Code of the Eurasian Economic Union (as amended on 05/29/2019) (Appendix No. 1 to the Treaty on the Customs Code of the Eurasian Economic Union). – Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/?ysclid=mqt86xv0hl124033895
2. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission No. 80 dated 09/14/2021 (as amended on 09/26/2025) "On Approval of the Unified Commodity Nomenclature for Foreign Economic Activity of the Eurasian Economic Union and the Unified Customs Tariff of the Eurasian Economic Union, as well as on Amendment and Invalidation of Certain decisions of the Council of the Eurasian Economic Commission" (as amended and supplemented, intro. effective from 10/25/2025). – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/21sr0080 /?ysclid=mqtdqqiu1y827943567
3. Decision of the Customs Union Commission of 05/28/2010 N 299 (as amended on 09/23/2025) "On the application of sanitary measures in the Eurasian Economic Union" (as amended and supplemented, intro. effective from 10/25/2025). – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/10sr0299 /?ysclid=mqtdwfj3cb471017949
4. Recommendation of the Board of the Eurasian Economic Commission dated 07.11.2017 No. 21 (as amended on 03.12.2019) "On Explanations to the Unified Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity of the Eurasian Economic Union" (together with "Explanations to the Unified Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity of the Eurasian Economic Union (EAEU Customs Code)" (Volume I. Sections I - VI. Groups 01 - 28). – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/17rk0021 /?ysclid=mqtdxq9z3a887902854
5. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission of 03.11.2016 N 78 (as amended on 26.11.2025) "On the Rules for registration and examination of medicines for medical use". – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0078 /?ysclid=mqtdyz0cd8685359001
6. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated 03.11.2016 No. 77 (as amended on 04.07.2023) "On approval of the Rules of Good Manufacturing Practice of the Eurasian Economic Union". – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0077 /?ysclid=mqte0jdgyz431745955
7. Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission dated 03.11.2016 No. 80 "On approval of the Rules of Good Distribution Practice within the framework of the Eurasian Economic Union". – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0080 /?ysclid=mqte1yno87172749606
8. Federal Law No. 61-FZ dated 04/12/2010 (as amended on 07/23/2025) "On the Circulation of Medicines". – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/10fz0061 /?ysclid=mqte2t7mhu160333088
9. Federal Law No. 323-FZ of 11/21/2011 (as amended on 07/23/2025) "On the Fundamentals of Public Health Protection in the Russian Federation" (as amended and supplemented, intro. effective from 09/01/2025). – Access mode: https://mchs.gov.ru/uploads/document/2026-01-20/760c9a62886052db7327f9dce7a3befb.pdf?ysclid=mqte3vyttw121889070
10. Decree of the Government of the Russian Federation No. 853 dated 06/01/2021 (as amended on 06/18/2025) "On Approval of the Rules for the Import of Medicines for Medical Use into the Russian Federation and Invalidation of Certain Acts and Certain Provisions of Certain Acts of the Government of the Russian Federation". – Access mode: https://www.alta.ru/tamdoc/21ps0853 /?ysclid=mqte4siah095613407

К вопросу о генезисе категории «креативная экономика» в региональной промышленности

Сергачев Дмитрий Александрович
аспирант, Самарский государственный технический университет

Цель статьи – исследование генезиса категории «креативная экономика» применительно к региональной промышленности. Методы исследования – теоретические методы изучения, обобщения, ретроспективного и сравнительного анализа. Проведенный анализ показал, что эволюция определения креативной экономики прошла путь от узкоотраслевого подхода, фокусирующегося на авторском праве и культурных индустриях, до междисциплинарного осмысления творческих индустрий как системных драйверов развития территориальных систем, включая промышленный сектор региона. Особое значение придаётся выявлению этапов трансформации понятия и его адаптации к задачам повышения конкурентоспособности региональной промышленности.

Ключевые слова: креативная экономика, генезис категории, региональная промышленность, творческие индустрии, территориальные системы.

Введение

В последние десятилетия концепция креативной экономики привлекает всё большее внимание исследователей и практиков в сфере регионального развития [8, 14]. Первоначально данная категория связывалась исключительно с индустриями культуры, медиа и авторского права (музыка, кино, дизайн, реклама) [5, с.23]. Однако по мере углубления теоретических представлений о факторах экономического роста и конкурентоспособности территорий границы креативной экономики расширились. В настоящее время всё чаще обсуждается её проникновение в традиционные секторы, включая промышленность, что особенно актуально для задач диверсификации региональных экономик.

Среди зарубежных исследований, заложивших теоретический фундамент, можно выделить работы Дж. Хокинса [8, с.45], впервые предложившего количественную оценку креативной экономики через объёмы интеллектуальной собственности, а также Р. Флориды [6, с. 87], сместившего фокус в сторону человеческого капитала и креативного класса. В российской науке вопросы креативной экономики преимущественно рассматривались в контексте культурных индустрий и малого предпринимательства (Барсукова С.Ю. [1, с.115]) либо в рамках инновационной политики на уровне регионов (Ленчук Е.Б., Власкин Г.А. [3, с.415]). Однако практически все перечисленные подходы оставляют за скобками специфику обрабатывающей промышленности, особенно в регионах с высокой долей традиционных производств. Выявленный научный пробел обусловливает постановку цели настоящего исследования.

Вместе с тем анализ литературы показывает, что генезис самой категории «креативная экономика» применительно к региональной промышленности изучен недостаточно. Большинство работ (Дж. Хокинс, Р. Флорида, ЮНКТАД [14]) рассматривают креативные индустрии либо как самостоятельный сектор, либо как фактор городского развития, оставляя в стороне вопрос о том, как менялось понимание креативности в производственной сфере. Цель данной работы – выявить этапы эволюции категории «креативная экономика» и её адаптацию к специфике региональной промышленности.

Основная часть

Для анализа генезиса категории в работе применяется совмещение двух методологических оптик: институциональной (изучение того, как формальные правила – классификации ЮНКТАД [14], региональные стратегии – меняли границы креативной экономики) и эволюционной (рассмотрение категории как развивающегося конструкта, реагирующего на технологические и социальные изменения). Такой синтез позволяет преодолеть ограниченность как исторического, так и статистического подходов. Как отмечают Симакова и Цуркан [4, с. 125], методология исследования креативных индустрий требует сочетания количественных и качественных подходов, что согласуется с применённым в данной работе синтезом институциональной и эволюционной оптик.

Несмотря на прогресс в расширении границ креативной экономики, существующие классификации (например, перечень креативных индустрий UNCTAD) сохраняют «промышленный остаток»: промышленный дизайн включён, а собственно производственные инновации, рождённые творчеством рабочих и инженеров, нет. Это указывает на сохраняющийся разрыв между теорией креативной экономики и реальной практикой предприятий обрабатывающей промышленности, особенно в регионах с высокой долей традиционных производств.

Применительно к российским регионам генезис категории осложняется двумя факторами. Во-первых, доминирование сырьевых и полупериферийных регионов, где креативные индустрии часто воспринимаются как «нерентабельная надстройка». Во-вторых, инерционность промышленной политики, ориентированной на загрузку мощностей, а не на креативную дифференциацию. Тем не менее именно в таких регионах (Самарская, Нижегородская, Свердловская области) наблюдается наибольший потенциал для синтеза креативных компетенций с традиционной промышленностью через развитие промышленного дизайна, инжиниринга и прототипирования.

Систематизация факторов, влияющих на интеграцию креативной экономики в региональную промышленность, позволяет выделить две группы.

К стимулирующим факторам относятся: наличие в регионе инженерных и дизайнерских школ, высокая плотность малых инновационных

предприятий, государственная поддержка промышленного дизайна, запрос крупных корпораций на кастомизацию продукции.

К сдерживающим факторам – технологическая отсталость части предприятий, низкая доля творческих профессий в структуре занятости промышленности, отсутствие межотраслевых платформ для взаимодействия заводов и креативных студий, а также доминирование сырьевой или полупериферийной модели региональной экономики.

В ходе исследования выделены три основных этапа генезиса категории «креативная экономика» в контексте региональной промышленности (табл.1).

Первый этап (конец 1990-х – середина 2000-х годов) – формирование «узкоотраслевого» подхода. В этот период креативная экономика отождествлялась с секторами, основанными на индивидуальном творчестве и интеллектуальной собственности (кино, музыка, издательское дело). Промышленность рассматривалась как «некреативный» сектор. Ключевые работы того времени (например, Д. Тросби [5]) практически не связывали творческие индустрии с обрабатывающей промышленностью.

Второй этап (середина 2000-х – начало 2010-х годов) – расширение границ понятия под влиянием идей Р. Флориды о «креативном классе». Появилось понимание того, что творческие профессии (дизайнеры, инженеры-разработчики, специалисты по маркетингу) присутствуют и в промышленности. Однако промышленность по-прежнему воспринималась преимущественно как потребитель креативных услуг (дизайн упаковки, брендинг), а не как их генератор. В этот же период ЮНКТАД вводит расширенную классификацию креативных индустрий, включая в неё промышленный дизайн, что стало важным шагом вперёд.

Третий этап (с начала 2010-х годов по настоящее время) – междисциплинарное осмысление. На этом этапе формируется представление о креативной экономике как о мета-экономике, пронизывающей все секторы, включая промышленность. Ключевыми становятся идеи о том, что креативность превращается в системный ресурс территорий, а региональная промышленность может сама становиться источником креативных решений (например, через аддитивные технологии, кастомизацию, продуктовый дизайн). Промышленные предприятия начинают рассматриваться как субъекты креативной экономики, а не только её пользователи.

Таблица 1

Сравнительный анализ этапов генезиса креативной экономики в контексте региональной промышленности

Критерий	Этап I (1998–2005)	Этап II (2006–2012)	Этап III (2013 – н.в.)
Базовое определение	Индустрии авторского права (WIPO)	Креативный класс и промышленный дизайн (Florida, UNCTAD)	Креативность как мета-ресурс территорий
Источник креативности	Индивидуальные творцы	Профессионалы креативных профессий	Сетевое взаимодействие (кластеры, экосистемы)
Роль региональной промышленности	Отсутствует / пассивный потребитель услуг	Потребитель дизайна и брендинга	Активный генератор креативных компетенций
Примеры инструментов	Гранты деятелям культуры	Субсидии на промышленный дизайн	Региональные креативные кластеры с участием заводов
Ключевые авторы / документы	Howkins, WIPO	Florida, UNCTAD (2008, 2010)	Европейская комиссия (2019) [7], Ленчук, Барсукова

Примером реализации третьего этапа на практике может служить опыт Свердловской области, где на базе Уральского федерального университета и промышленных предприятий создан центр промышленного дизайна, занимающийся прототипированием и брендингом продукции. В Самарской области отдельные предприятия авиационно-космического кластера внедряют инструменты краудсорсинга идей среди инженерного персонала, что позволяет рассматривать внутренние творческие компетенции как источник инноваций. Исследование локализации креативных индустрий в России, проведённое Землянским и Караваевой [2, с. 200], показывает, что указанные регионы действительно входят в число лидеров по концентрации творческих профессий и промышленного дизайна.

Международные исследования подтверждают выявленные тенденции. Kano, Vas и Klasova [9, с. 2810] на примере стран Центральной Европы демонстрируют синергию креативных индустрий и инновационных систем, включая промышленные кластеры. Lazzeretti и Capone [10, с. 55] разработали методику картирования креативных индустрий на региональном уровне, которая может быть адаптирована для российских условий. Как отмечает Markusen [11, с. 740], развитие креативных городов требует учёта промышленной специализации, что перекликается с выводом данной работы о необходимости интеграции промышленной политики в региональные стратегии креативной экономики. Potts и Cunningham [12, с. 428] выделяют четыре модели креативных индустрий, среди которых интегрированная с промышленностью модель наиболее полно соответствует третьему этапу предложенной периодизации. Наконец, Pratt [13, с. 105] подчёркивает, что креативные индустрии становятся драйвером региональных инноваций, что подтверждает эндогенный характер креативности в промышленности.

Важным результатом анализа является вывод о том, что генезис категории по отношению к региональной промышленности демонстрирует переход от «экзогенного» понимания (креативность приходит в промышленность извне – от дизайнеров, маркетологов) к «эндогенному» (сама промышленность генерирует креативные компетенции). Это имеет значительные последствия для региональной политики: поддержка креативной экономики в регионе более не сводится только к субсидированию культурных индустрий, а включает в себя стимулирование творческих компетенций внутри промышленных кластеров.

Однако для практической реализации такого подхода необходимо преодолеть главную методологическую трудность: отсутствие операциональных критериев, позволяющих отличить «креативную» промышленность от традиционной. Без таких критериев региональные стратегии рискуют остаться на уровне деклараций. В связи с этим в рамках настоящего исследования предлагается система индикаторов для измерения степени «креативности» региональной промышленности, а также классификатор признаков, фиксирующий переход промышленности из состояния «потребителя» креативных услуг в состояние «генератора».

Для операционализации понятия «креативная промышленность региона» предлагаются следующие индикаторы: доля занятых в промышленности творческих профессий (дизайнеры, художники-конструкторы, специалисты по брендингу); количество зарегистрированных промышленных образцов и патентов на дизайн; доля кастомизированной продукции в общем объёме выпуска; наличие регулярных партнёрств промышленных предприятий с организациями культуры и креативных кластеров. Данные индикаторы могут быть встроены в региональные стратегии развития.

Более детальное различие между традиционной («потребительской») и креативной («генерирующей») моделями промышленности представлено в таблице 2, где сопоставлены такие характеристики, как характер труда, роль дизайна, патентная активность, взаимодействие с культурным сектором и уровень кастомизации продукции.

Таблица 2

Признаки перехода промышленности от «потребителя» к «генератору» креативности (авторский классификатор).

Признак	Традиционная промышленность (потребитель)	Креативная промышленность (генератор)
Характер труда	Исполнительский	Проектно-творческий
Дизайн	На аутсорсинге	Встроен в R&D
Интеллектуальная собственность	В редких случаях (патенты на технологии)	Патенты + промышленные образцы + бренды
Взаимодействие с сектором культуры	Отсутствует	Совместные проекты (арт-резиденции на заводах)
Кастомизация продукции	Низкая	Высокая (индивидуальные серии)

Рисунок 1. Эволюционная модель генезиса категории «креативная экономика» применительно к региональной промышленности

Предложенные в таблице 2 признаки позволяют не только диагностировать текущее состояние промышленности региона, но и задать вектор её трансформации. При этом важно понимать, что данная трансформация не является линейной и одномоментной, она разворачивается на протяжении длительного периода, что было показано при анализе эволюции самой категории «креативная экономика». Обобщённая логика этого процесса – от узкоотраслевого понимания к междисциплинарному, от пассивной роли промышленности к активной, визуализирована на рисунке 1.

Представленная эволюционная модель (рисунок 1) суммирует ключевые этапы развития категории в разрезе промышленной специфики и наглядно подтверждает главную тенденцию: смещение фокуса с внешних по отношению к промышленности креативных ресурсов на внутренние, эндогенные.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, эволюция категории «креативная экономика» применительно к региональной промышленности прошла три этапа: от узкоотраслевого (только культурные индустрии) через расширительное признание промышленного дизайна до современного междисциплинарного понимания, где креативность становится сквозным ресурсом промышленности. Во-вторых, установлено, что ключевой сдвиг в интерпретации заключается в переходе от восприятия промышленности как пассивного потребителя креативных услуг к признанию её активным генератором креативных решений.

Теоретическое значение работы состоит в уточнении периодизации генезиса категории и в выделении «промышленного» измерения креативной экономики. Практическая значимость заключается в обосновании необходимости включения промышленной политики в региональные стратегии развития креативной экономики, что способствует повышению конкурентоспособности территорий.

Ограничением данного исследования является его теоретический характер и отсутствие эмпирической проверки предложенных индикаторов на статистических данных конкретных регионов. Кроме того, заслуживает внимания подход Zhan и Gu [15, с. 123] к анализу региональных различий в локализации цифровых креативных индустрий, который может быть применён для российских регионов в дальнейших исследованиях.

Перспективным направлением дальнейших исследований выступает апробация авторского классификатора (таблица 2) на выборке промышленных предприятий нескольких регионов РФ, а также разработка методики оценки «креативности» региональной промышленности на основе официальных статистических данных.

Литература

1. Барсукова С.Ю. Креативные индустрии и региональное развитие // Вопросы экономики. 2020. № 7, с. 112–128.
2. Землянский Д.Ю., Караваева Т.А. Локализация креативных индустрий в России: тренды и факторы размещения // Известия РАН. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 2, с. 195–208.
3. Ленчук Е.Б., Власкин Г.А. Формирование креативной экономики в регионах России: подходы и инструменты // Экономика региона. 2021. Т. 17. № 2, с. 410–423.
4. Симакова Е.Ю., Цуркан М.В. Методы исследования креативных индустрий на макроэкономическом уровне // Вестник РГГУ. Серия: Экономика и управление. 2025. № 4, с. 120–133.
5. Тросби Д. Экономика и культура. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2013. 256 с.
6. Флорида Р. Креативный класс: люди, которые меняют будущее. М.: Классика-XXI, 2011. 432 с.
7. European Commission. The Role of Creative Industries in Regional Innovation. Brussels: EC, 2019, p. 33–45.
8. Howkins J. The Creative Economy: How People Make Money from Ideas. London: Penguin, 2001. 288 p.
9. Kano I.S., Vas Z., Klasova S. Emerging Synergies in Innovation Systems: Creative Industries in Central Europe // Journal of the Knowledge Economy. 2022. Vol. 14, p. 2806–2831. DOI: 10.1007/s13132-021-00879-7.
10. Lazzeretti L., Capone F. Mapping and Analysing Creative Industries in European Regions // Creative Industries and Innovation in Europe. London: Routledge, 2019, p. 45–68.
11. Markusen A. Creative Cities: A 10-Year Research Agenda // Journal of Urban Affairs. 2020. Vol. 42. No. 5, p. 733–749.
12. Potts J., Cunningham S. Four Models of the Creative Industries // International Journal of Cultural Policy. 2019. Vol. 25. No. 4, p. 423–437.
13. Pratt A.C. Creative Industries and Innovation: A New Agenda // Regional Studies. 2020. Vol. 54. No. 1, p. 99–110.
14. UNCTAD. Creative Economy Outlook 2022. Geneva: United Nations, 2022, p. 15–42.
15. Zhan B., Gu W. Locational Drivers of China‘s Digital Creative Industries: Unveiling Regional Concentration and Sectoral Differences // Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research. 2025. Vol. 20. No. 2, p. 123. DOI: 10.3390/jtaer20020123.

On the genesis of the category "creative economy" in regional industry

Sergachev D.A.
Samara State Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The purpose of the article is to study the genesis of the category "creative economy" in relation to regional industry. The research methods include theoretical methods of study, generalization, retrospective, and comparative analysis. The analysis showed that the evolution of the definition of creative economy has gone from a narrowly sectoral approach focused on copyright and cultural industries to an interdisciplinary understanding of creative industries as systemic drivers of the development of territorial systems, including the industrial sector of the region. Special attention is given to identifying the stages of the concept's transformation and its adaptation to the challenges of increasing the competitiveness of regional industry.

Keywords: creative economy, category genesis, regional industry, creative industries, territorial systems.

References

1. Barsukova S.Yu. Kreativnyye industrii i regional'noye razvitiye [Creative Industries and Regional Development]. Voprosy ekonomiki, 2020, no. 7, pp. 112–128. (In Russian).
2. Zemlyanskiy D.Yu., Karavayeva T.A. Lokalizatsiya kreativnykh industriy v Rossii: trendy i faktory razmeshcheniya [Localization of Creative Industries in Russia: Trends and Location Factors]. Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya, 2021, vol. 85, no. 2, pp. 195–208. (In Russian).
3. Lenchuk E.B., Vlaskin G.A. Formirovaniye kreativnoy ekonomiki v regionakh Rossii: podkhody i instrumenty [Formation of Creative Economy in Russian Regions: Approaches and Tools]. Ekonomika regiona, 2021, vol. 17, no. 2, pp. 410–423. (In Russian).
4. Simakova E.Yu., Tsurkan M.V. Metody issledovaniya kreativnykh industriy na makroekonomicheskom urovne [Methods of Researching Creative Industries at the Macroeconomic Level]. Vestnik RGGU. Seriya: Ekonomika i upravleniye, 2025, no. 4, pp. 120–133. (In Russian).
5. Trosbi D. Ekonomika i kul'tura [Economics and Culture]. Moscow, Izdatel'skiy dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2013, 256 p. (In Russian).
6. Florida R. Kreativnyy klass: lyudi, kotoryye menyayut budushcheye [The Creative Class: People Who Change the Future]. Moscow, Klassika-XXI, 2011, 432 p. (In Russian).
7. European Commission. The Role of Creative Industries in Regional Innovation. Brussels, EC, 2019, pp. 33–45.
8. Howkins J. The Creative Economy: How People Make Money from Ideas. London, Penguin, 2001, 288 p.
9. Kano I.S., Vas Z., Klasova S. Emerging Synergies in Innovation Systems: Creative Industries in Central Europe. Journal of the Knowledge Economy, 2022, vol. 14, pp. 2806–2831. DOI: 10.1007/s13132-021-00879-7.
10. Lazzeretti L., Capone F. Mapping and Analysing Creative Industries in European Regions. In: Creative Industries and Innovation in Europe. London, Routledge, 2019, pp. 45–68.
11. Markusen A. Creative Cities: A 10-Year Research Agenda. Journal of Urban Affairs, 2020, vol. 42, no. 5, pp. 733–749.
12. Potts J., Cunningham S. Four Models of the Creative Industries. International Journal of Cultural Policy, 2019, vol. 25, no. 4, pp. 423–437.
13. Pratt A.C. Creative Industries and Innovation: A New Agenda. Regional Studies, 2020, vol. 54, no. 1, pp. 99–110.
14. UNCTAD. Creative Economy Outlook 2022. Geneva, United Nations, 2022, pp. 15–42.
15. Zhan B., Gu W. Locational Drivers of China's Digital Creative Industries: Unveiling Regional Concentration and Sectoral Differences. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 2025, vol. 20, no. 2, p. 123. DOI: 10.3390/jtaer20020123.

Экономические факторы внедрения высокотехнологичного медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения

Соловьёв Владимир
независимый исследователь, soloviev0208@gmail.com

В статье рассмотрены финансовые, поставочные и управленческие условия внедрения высокотехнологичного медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения. Актуальность темы связана с ростом расходов на технику, сервис, расходные материалы, подготовку персонала и логистику. Цель исследования состоит в разработке аналитической модели закупочного решения со стороны медицинской организации. Методическая база объединяет анализ источников, сравнительный подход, типологизацию факторов и концептуальное обобщение. В корпус вошли десять научных и институциональных работ 2021–2025 годов. В аналитической части выделены полная стоимость владения, надежность поставщика, риски параллельного импорта, софинансирование и участие региональной администрации. Практическое применение связано с планированием закупок. Предложенная модель помогает снизить риск неэффективных закупок и повысить устойчивость эксплуатации оборудования в регионах здравоохранения.

Ключевые слова: высокотехнологичное медицинское оборудование, закупки, здравоохранение, бюджетные ограничения, полная стоимость владения, сервисное сопровождение.

Введение

Внедрение высокотехнологичного медицинского оборудования в лечебной организации редко начинается с выбора коммерческого предложения. Главный вопрос возникает раньше: какую клиническую задачу учреждение собирается закрыть, какой поток пациентов пройдет через новую технику, кто будет работать на оборудовании, кто обеспечит сервис и за счет каких средств будут закупаться расходные материалы после завершения поставки. Цена контракта видна сразу. Расходы после ввода в эксплуатацию часто проявляются позже, уже внутри рабочего процесса, когда оборудование требует обучения персонала, технического обслуживания, обновлений, поверки, ремонта, запасных частей и постоянного снабжения расходными позициями.

Цель статьи состоит в выявлении экономических факторов, определяющих внедрение высокотехнологичного медицинского оборудования в учреждениях здравоохранения, и в построении логики закупочного решения со стороны лечебной организации. Первая задача связана с раскрытием структуры затрат, которые выходят за пределы стартовой цены оборудования. Вторая задача направлена на оценку влияния поставщиков, сервисной инфраструктуры, импортных каналов и регуляторных условий на устойчивость эксплуатации. Третья задача раскрывает региональную логику внедрения, где закупочное решение зависит от софинансирования, межорганизационной координации и участия органов власти.

Научная новизна статьи связана со смещением фокуса с предложения производителей на хозяйственную позицию медицинской организации. Предметом рассмотрения выступает не продвижение оборудования, а закупочная рациональность заказчика, который вынужден соединять клиническую потребность, бюджетный лимит, сервисную надежность и региональные условия. Гипотеза исследования заключается в следующем: устойчивое внедрение высокотехнологичного медицинского оборудования определяется согласованием полной стоимости владения, надежности канала поставки, гарантийного обслуживания, доступности расходных материалов и административного сопровождения проекта.

Материалы и методы

Материальную основу исследования составили научные статьи, институциональные отчеты и нормативно-аналитические материалы, посвященные закупкам медицинского оборудования, оценке поставщиков, ценностно-ориентированным закупкам, импорту медицинских изделий, устойчивости цепочек поставок и цифровому обновлению здравоохранения. Поиск проводился в PubMed, BMJ Open, Scientific Reports, CyberLeninka, eLibrary, OECD iLibrary, на портале Европейской комиссии и в открытых базах профильных журналов. Использовались поисковые сочетания на русском и английском языках: «закупки медицинского оборудования», «высокотехнологичное медицинское оборудование», «medical equipment procurement», «high-cost medical devices», «supplier selection», «value-based procurement», «medical device supply chains», «maintenance services».

Методический аппарат исследования основан на сравнительном анализе, анализе источников, концептуальном синтезе, типологизации экономических факторов и аналитическом обобщении. Сравнительный анализ применен для сопоставления закупочной цены, эксплуатационных затрат и сервисных рисков. Анализ источников позволил отделить подтвержденные положения от отраслевых допущений. Концептуальный синтез использован для построения модели закупочного решения со стороны медицинской организации. Типологизация сгруппировала факторы по трем блокам: финансово-бюджетному, поставочно-сервисному и регионально-управленческому.

Результаты

В предыдущих исследованиях закупка дорогостоящего медицинского оборудования описана как многостадийный организационный процесс. Больница сначала оценивает медицинскую технологию, затем согласует внутренние критерии, готовит закупочную документацию и сравнивает предложения поставщиков [7]. Для целей данной статьи этот вывод задает исходную точку. Экономическое решение формируется задолго до контракта. Лечебная организация сначала переводит клиническую потребность в финансово измеримые параметры: ожидаемый поток

пациентов, нагрузку на подразделение, требования к помещению, квалификацию специалистов, расходные материалы, сервис и срок эксплуатации.

Российская система закупок добавляет правовой и процедурный слой. В публикациях о государственном заказе на рынке медицинской техники выделены проблемы описания объекта закупки, применения национального режима, выбора позиции каталога товаров, работ и услуг, сопоставления технических требований и ограничения конкуренции [1]. Для учреждения эти процедуры имеют прямое экономическое выражение. Слишком узкие требования снижают конкуренцию и повышают риск завышения цены. Слишком широкая формулировка допускает поставку техники, которая формально проходит конкурс, но не закрывает реальную клиническую задачу. Закупочная документация в таком случае становится инструментом управления расходами и рисками, а не только юридическим текстом.

Исследования рынка профессионального оборудования в условиях трансформации медицинских услуг фиксируют неоднородность спроса и зависимость части сегментов от внешних поставок [2]. Для медицинских организаций этот тезис означает различие экономических сценариев. Крупный межрегиональный центр чаще располагает потоком пациентов, кадровым резервом и доступом к сервису. Районная или удаленная организация оценивает закупку иначе. Там техника оправдывает себя не только количеством исследований, но и сокращением транспортировки пациентов, снижением диагностических задержек, уменьшением зависимости от внешних центров и удержанием медицинской помощи внутри региона.

Бюджетная обеспеченность выступает первой группой факторов. Высокотехнологичное оборудование редко закупается из обычного текущего бюджета учреждения без отдельного решения учредителя, целевой программы или смешанной финансовой схемы. Обзор закупок дорогостоящих устройств в больницах показывает, что финансовые критерии в развитых системах здравоохранения не ограничиваются стартовой ценой. Больницы учитывают организационные последствия, клиническую пользу, инфраструктурные требования и участие разных групп специалистов [7]. Ценностно-ориентированный подход к закупкам медицинских изделий развивает эту линию: сравнивать следует результат для пациента и совокупные расходы, а не только начальную цену [9].

Полная стоимость владения образует центральный элемент закупочного решения. В нее входят стартовая цена, установка, подготовка помещения, подключение к информационным системам, обучение врачей и среднего персонала, расходные материалы, плановое обслуживание, внеплановый ремонт, обновление программного обеспечения, простои, замена компонентов и завершение жизненного цикла. В работе о выборе поставщика медицинского оборудования под неопределенностью выделены критерии качества, стоимости, соответствия требованиям, сервиса, надежности, гибкости и поставки [4]. Для лечебной организации эти критерии переводятся в проверяемые условия договора: срок реакции сервисной службы, наличие запасных частей, подтверждение регистрации изделия, гарантия, доступность расходных материалов и порядок обучения пользователей.

Сопоставление трех источников показывает различие исследовательских рамок. Обзор закупок дорогостоящего оборудования раскрывает внутренний процесс больницы и участие разных групп в принятии решения [7]. Работа о ценностно-ориентированных закупках переносит внимание на результат для пациента и соотношение эффекта с совокупными расходами [9]. Модель оценки поставщиков предлагает формализовать выбор через набор взвешенных критериев, где качество, стоимость, сервис и надежность сохраняют самостоятельный вес [4]. Для медицинской организации из этого следует практический вывод: одного показателя эффективности недостаточно. Комиссии нужна матрица решения, в которой клиническая потребность задает минимальный уровень качества, бюджет формирует финансовый коридор, сервис определяет устойчивость эксплуатации, а поставочный канал показывает вероятность срыва проекта.

Вторая группа факторов связана с географией поставок, импортной зависимостью и регуляторной средой. Публикации об импорте медицинских изделий в Россию фиксируют сохранение зависимости от зарубежных поставок и неодинаковую доступность отдельных категорий оборудования и компонентов [3]. Европейская регуляторная рамка в сфере медицинских изделий и диагностики in vitro подчеркивает прослеживаемость, соответствие требованиям, переходные периоды, обязанности экономических операторов и правила ввода изделий в обращение [6]. Отчет OECD о медицинских цепочках поставок связывает дефицит медицинской продукции с производственными, экономическими и логистическими причинами. Авторы отчета предлагают снижать риск через лучшую видимость цепочек, обмен данными и раннее выявление уязвимых мест [8].

Для лечебного учреждения эти выводы сводятся к проверке поставщика как носителя гарантийной цепочки. Продавец оборудования не исчерпывает функцию поставки. Учреждение должно понимать, кто отвечает за документы, кто поставляет расходные материалы, кто обучает персонал, кто выполняет ремонт, кто обеспечивает запасные части и кто несет ответственность при сбое. В медицинской технике разрыв хотя бы одного звена быстро переходит в финансовые потери: кабинет простаивает, пациенты переносятся, расходные материалы списываются, персонал теряет рабочее время.

Изменение международных поставок повышает интерес к альтернативным каналам ввоза. Для части учреждений такой канал кажется способом сохранить доступ к нужной технологии при ограниченном бюджете и сжатом сроке. В медицинском оборудовании эта экономия требует жесткой проверки. Неподтвержденное происхождение реагентов, отсутствие гарантии, слабая сервисная поддержка и неясный статус обновлений повышают стоимость эксплуатации после запуска. В публикациях о поставщиках медицинского оборудования отмечено, что надежность компании, сервисная история, гарантийные условия и способность отличать легитимного поставщика от сомнительного участника требуют отдельной оценки [4]. Российские работы об импорте медицинских изделий связывают сходную проблему с зависимостью от внешних поставок, регуляторными ограничениями и контролем качества обращения медицинских изделий [3]. Рисунок 1 фиксирует авторскую схему экономической оценки закупочного решения. Схема не вводит новых количественных данных. Она обобщает критерии, выделенные в работах о закупке дорогостоящего оборудования, ценностно-ориентированных закупках, оценке поставщиков и устойчивости цепочек поставок [4, 7, 8, 9].

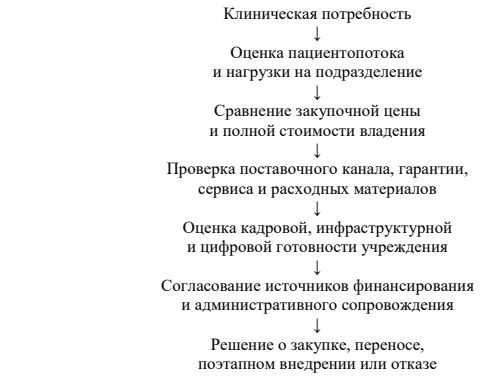


Рисунок 1. Экономическая логика выбора высокотехнологичного медицинского оборудования учреждением здравоохранения (составлено автором на основе [4, 7, 8, 9])

Схема переводит закупку из плоскости разового выбора в режим управления жизненным циклом. В работах о цифровом обновлении здравоохранения среди барьеров внедрения технологических решений названы стоимость оборудования, ограничения связи, сопротивление новым диагностическим практикам и трудности удаленных территорий [10]. Этот вывод применим к высокотехнологичному оборудованию: техника работает как часть организационной среды, а не как изолированный актив.

Третья группа факторов связана с региональной управляемостью проекта. Лечебная организация нередко выходит за рамки обычного бюджета, если закупает сложную технику. Руководство начинает переговоры о дополнительном финансировании, перераспределении средств, участии региональных фондов, поддержке партнерских программ и привлечении коммерческих организаций в прозрачных моделях софинансирования. Научная литература по закупкам дорогостоящего оборудования подчеркивает участие многих заинтересованных сторон внутри больницы и за ее пределами [7, 9]. В российских условиях круг участников расширяется за счет органов управления здравоохранением, финансовых блоков администрации, территориальных программ и внешних партнеров.

Софинансирование с участием коммерческих игроков снижает входной бюджетный барьер, если оборудование связано с диагностикой, мониторингом терапии, маршрутизацией пациентов или региональной программой по отдельной нозологии. Такая модель требует прозрачных правил. Учреждение должно избегать зависимости от одного постав-

щика расходных материалов, закрытой конкуренции и скрытых обязательств. Ценностно-ориентированные закупки дают рабочий ориентир: оценке подлежит не цена продукта в отрыве от практики, а результат, который возникает в процессе использования [9]. Для региональной программы это означает проверку числа пациентов, сроков диагностики, доступности лечения, нагрузки на персонал и затрат на сопровождение.

Административное сопровождение снижает транзакционные издержки проекта. Участие местных органов власти ускоряет подготовку помещений, согласование маршрутизации пациентов, кадровые решения, межучрежденческое взаимодействие, отчетность и финансирование расходных материалов. Без такой координации оборудование рискует остаться отдельной закупкой, слабо связанной с региональной сетью помощи. Отчет OECD связывает устойчивость медицинских поставок с ранним выявлением рисков, лучшей видимостью цепочек и согласованными действиями участников [8]. В региональной практике этот вывод означает совместное планирование техники, сервиса, кадров и расходных материалов.

Кадровая экономика влияет на итог не меньше, чем договор поставки. Обучение персонала часто оформляют как сопутствующую услугу, хотя оно определяет загрузку оборудования, качество исследований, число повторных процедур, скорость диагностики и риск простоя. Если врачи и средний персонал не готовы к работе с платформой, дорогостоящая техника используется ниже расчетной мощности. Исследования цифрового обновления здравоохранения связывают распространение технологических решений с подготовкой пользователей и сопротивлением новым практикам [10]. Работы о закупках медицинских изделий через ценностную оценку требуют учитывать организационный результат, а не только характеристики устройства [9]. Следовательно, обучение персонала относится к экономическим условиям внедрения.

Сервисная инфраструктура формирует скрытую часть затрат. В исследованиях устойчивых закупок медицинских изделий внимание уделено долгосрочному использованию, управлению ресурсами, технической поддержке и локальным инженерным возможностям [5]. Для сложной медицинской техники эта линия особенно заметна. Чем сложнее платформа, тем выше зависимость учреждения от квалифицированного инженера, оригинальных компонентов, обновлений, поверки и регламентного обслуживания. Слабая сервисная база ведет не только к прямым расходам на ремонт. Учреждение несет потери из-за простоя кабинета, переноса пациентов, удлинения сроков диагностики и перегрузки соседних подразделений.

Региональные различия меняют структуру предпочтений. В одних территориях руководство стремится уменьшить стартовую цену, поскольку бюджетный лимит не допускает дорогого решения. В других условиях большую ценность приобретает сервисная автономность, если удаленность повышает стоимость выезда инженера и доставки запасных частей. В восточных и приграничных территориях выбор платформы нередко связан с привычной географией поставок, сроками доставки и доступностью технических специалистов. Происхождение оборудования в этой логике имеет хозяйственный смысл только через срок поставки, цену жизненного цикла, гарантию, обучение и доступность расходных материалов.

Параллельный импорт требует отдельного экономического фильтра. В обычных товарных категориях альтернативный канал поставки часто снижает цену. В медицинском оборудовании такой подход неполон. Если расходные материалы, реагенты, датчики или запасные части поступают без надежной прослеживаемости, учреждение получает риск клинической ошибки, остановки оборудования или невозможности подтвердить корректную эксплуатацию. Публикации о медицинских цепочках поставок связывают дефицит продукции с качеством производства, концентрацией поставок, логистическими уязвимостями и нехваткой данных для прогнозирования [8]. Российские работы об импорте медицинских изделий раскрывают сходную проблематику через нестабильность зарубежных поставок и контроль обращения медицинской продукции [3]. Поэтому оценка параллельного ввоза должна включать цену партии, юридическую чистоту, сервис, гарантию, регистрационный статус, происхождение расходных материалов и регулярность снабжения.

В результате выделяются три уровня экономического решения. На первом уровне учреждение оценивает потребность, поток пациентов и ожидаемую нагрузку. На втором уровне проверяется полная стоимость владения с учетом сервиса и расходных материалов. На третьем уровне руководство определяет реализуемость проекта в региональной системе: финансирование, административное сопровождение, кадровая готовность, устойчивость поставок и допустимость выбранного канала. Гипотеза получает подтверждение: закупочная цена работает как один из элементов решения, а устойчивость внедрения зависит от бюджета, сервиса, поставок и управленческой координации.

Обсуждение

Практическая модель внедрения начинается с клинического задания. В нем целесообразно указывать не брендовые признаки, а функциональные требования: тип исследований или вмешательств, предполагаемый объем работы, совместимость с действующей инфраструктурой, условия хранения расходных материалов, потребность в подключении к информационным системам, квалификацию пользователей. Затем финансовая служба и профильное подразделение формируют расчет полной стоимости владения. В расчет входят стартовые расходы, ежегодные сервисные платежи, расходные материалы, вероятные простои, обучение, ремонт и завершение эксплуатации.

После этого учреждение проверяет поставочный канал. Для высокотехнологичного оборудования цены и срока поставки недостаточно. Комиссия анализирует регистрационные документы, происхождение изделия и расходных материалов, гарантийную цепочку, наличие сервисной службы, склад запасных частей, срок реакции на неисправность, условия обновления программного обеспечения и опыт работы поставщика с медицинскими организациями сопоставимого профиля. При альтернативных каналах ввоза учреждение усиливает контроль подлинности реагентов и комплектующих. Экономия допустима только при подтвержденной непрерывности сервиса.

Таблица 1

Логика оценки экономической целесообразности закупки высокотехнологичного медицинского оборудования (составлено автором на основе [4, 6, 7, 8, 9])

Элемент решения	Что проверяется до закупки	Экономический смысл для учреждения
Клиническая потребность	Профиль пациентов, дефицит диагностики или лечения, ожидаемая нагрузка	Защита от покупки техники без достаточного потока пациентов
Полная стоимость владения	Цена, монтаж, обучение, расходные материалы, сервис, ремонт, обновления	Переход от оценки контракта к оценке жизненного цикла
Поставщик	Надежность, сервисная история, гарантия, документы, сроки реакции	Снижение риска простоев и внеплановых расходов
Канал поставки	Прослеживаемость, регистрационный статус, происхождение компонентов	Контроль безопасности и юридической устойчивости эксплуатации
Кадровая готовность	Наличие обученных специалистов, график подготовки, нагрузка персонала	Повышение фактической загрузки оборудования
Региональное сопровождение	Финансирование, маршрутизация, административные решения	Перевод закупки в работающий региональный проект

Самый уязвимый участок находится между поставкой и устойчивой эксплуатацией. Именно там проявляются ошибки планирования: помещение не готово, персонал не обучен, расходные материалы закуплены на короткий период, сервисный инженер находится далеко, подключение к информационным системам откладывается. Оборудование уже принято на баланс, но ожидаемый финансовый и клинический эффект остается недостигнутым.

Для региональных учреждений подходит поэтапная логика. На первом этапе клиницисты, инженеры, экономисты, закупочная служба и представитель учредителя проводят предзакупочную экспертизу. На втором этапе финансовый блок готовит три сценария: базовый, ограниченный и расширенный. Базовый сценарий покрывает закупку и минимальный сервис. Ограниченный фиксирует риски недофинансирования, включая сокращенный запас расходных материалов. Расширенный описывает модель, при которой оборудование входит в региональную программу, получает кадровое сопровождение и устойчивое снабжение. На третьем этапе комиссия выбирает поставщика по совокупной надежности. На четвертом этапе учреждение вводит мониторинг эксплуатации.

Система мониторинга должна опираться на показатели, которые руководитель учреждения способен проверить без сложной аналитической инфраструктуры. К таким показателям относятся число исследований или процедур в месяц, доля времени простоя, срок реакции сервисной службы, расходы на одно исследование, доля повторных процедур по техническим причинам, расход материалов на единицу услуги, число обученных специалистов, срок ожидания пациента и выполнение регламентных работ. Если оборудование закуплено в рамках региональной программы, к этим данным добавляется влияние на маршрутизацию пациентов и сокращение направлений в другие учреждения.

Высокая доля простоя указывает на слабый сервисный договор. Низкая загрузка при сохранении очередей в регионе говорит о сбоях маршрутизации или нехватке подготовленных специалистов. Рост стоимости процедуры из-за расходных материалов требует пересмотра финансо-

вого плана. Повторные исследования по техническим причинам показывают проблемы обучения, настроек или совместимости расходных материалов.

Таблица 2

Показатели мониторинга внедрения высокотехнологичного медицинского оборудования в лечебной организации (составлено автором на основе [5, 7, 8, 10])

Направление мониторинга	Показатель	Управленческое значение
Загрузка оборудования	Количество процедур или исследований за период	Проверка соответствия закупки реальной потребности
Эксплуатационная устойчивость	Доля времени простоя	Оценка сервисных рисков и влияния ремонта на доступность помощи
Сервис	Средний срок реакции на заявку	Контроль качества договора и удаленности технической поддержки
Расходы	Стоимость процедуры с учетом расходных материалов и сервиса	Сравнение плановой и фактической экономики внедрения
Кадры	Число подготовленных пользователей	Снижение зависимости от одного специалиста
Качество эксплуатации	Доля повторных исследований по техническим причинам	Выявление ошибок обучения, настроек или расходных материалов
Поставки	Наличие страхового запаса реагентов и комплектующих	Предупреждение остановки работы из-за логистики
Региональный эффект	Сокращение направлений в другие учреждения	Оценка влияния закупки на доступность медицинской помощи

Софинансирование оправдано при наличии региональной клинической задачи и измеримого эффекта для пациентского маршрута. Такая модель требует заранее разделить зоны ответственности. Учреждение отвечает за эксплуатацию, подготовку персонала и учет показателей. Орган управления здравоохранением обеспечивает административное сопровождение, маршрутизацию и финансирование программы. Внешний партнер участвует в пределах прозрачной правовой конструкции, без навязывания закрытого технологического контура. Эта схема снижает входной бюджетный барьер и сохраняет самостоятельность медицинской организации.

Параллельный импорт требует отдельной процедуры проверки. Комиссия должна оценить регистрационный статус изделия, документы, гарантийное обслуживание, происхождение расходных материалов, возможность технической поддержки и ответственность поставщика при сбоях. Внутреннее правило учреждения должно быть жестким: низкая цена не компенсирует отсутствие сервиса, неподтвержденную подлинность реагентов или невозможность регулярного снабжения. Для высокотехнологичной техники остановка оборудования равна скрытому удорожанию проекта.

Региональная администрация влияет на экономику внедрения сильнее, чем это обычно видно в закупочной документации. Ее участие сокращает согласовательные задержки, помогает увязать закупку с маршрутизацией пациентов, закрепить финансирование расходных материалов, распределить нагрузку между учреждениями и защитить проект от превращения в изолированную покупку. Без административной координации технически грамотная закупка дает слабый результат, поскольку оборудование начинает работать вне единого потока пациентов и финансирования.

Заключение

Экономика внедрения высокотехнологичного медицинского оборудования определяется расходами жизненного цикла. Закупочная цена отражает начальный вход в проект. Реальная финансовая нагрузка складывается из установки, обучения, расходных материалов, сервисного обслуживания, ремонта, простоев, обновлений и завершения эксплуатации. Поэтому расчет полной стоимости владения должен предшествовать выбору поставщика.

Надежность поставщика, сервисная инфраструктура, гарантийные условия, доступность запасных частей и прослеживаемость расходных материалов формируют самостоятельный блок экономической оценки. Параллельный импорт способен снизить стартовую цену, но отсутствие подтвержденного сервиса, гарантии и подлинности компонентов повышает риск остановки оборудования и последующих расходов. Сдвиг географии поставок рационален при сохранении клинической безопасности и управляемой эксплуатации.

Региональное внедрение требует координации бюджета, маршрутизации пациентов, кадровой подготовки и административного сопровождения. Софинансирование с участием внешних партнеров допустимо при прозрачном распределении ответственности и сохранении закупочной самостоятельности учреждения. Гипотеза исследования подтверждена: устойчивость внедрения определяется согласованием полной стоимости владения, надежности поставок, сервисной поддержки и регионального управления проектом.

Литература

1. Зуев А. В. Анализ системы государственных закупок на рынке медицинской техники // Известия СПбГЭУ. 2022. № 2 (134). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistemy-gosudarstvennyh-zakupok-na-rynke-meditsinskoy-tehniki (дата обращения: 03.06.2026).
2. Мушенко Р. Д., Ходос Д. В. Перспективы развития рынка профессионального оборудования в условиях трансформации сферы медицинских услуг в РФ // ЭВ. 2024. № 1 (36). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-rynka-professionalnogo-oborudovaniya-v-usloviyah-transformatsii-sfery-meditsinskih-uslug-v-rf (дата обращения: 03.06.2026).
3. Тонконог В. В. Актуальные вопросы импорта медицинских изделий и оборудования в Российскую Федерацию // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2024. № S2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-importa-meditsinskih-izdeliy-i-oborudovaniya-v-rossiyskuyu-federatsiyu (дата обращения: 02.06.2026).
4. Arunyanart S., Khumpang P. A decision-making framework for evaluating medical equipment suppliers under uncertainty // Scientific Reports. 2025. Vol. 15, № 1. Art. 9858. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-93389-4.
5. Di Virgilio V., Maldonado M. S., Bouchard Saindon A., Astolfi L. Enhancing sustainability of medical devices procurement in Low- and Middle-Income Countries // International Journal of Sustainable Engineering. 2025. Vol. 18, № 1. Art. 2547595. DOI: https://doi.org/10.1080/19397038.2025.2547595.
6. European Commission. Procurement Ecosystem of medical devices and in vitro diagnostic medical devices: factsheet for procurement. Brussels, 2022. URL: https://health.ec.europa.eu/document/download/6c636d24-e6cd-49c9-ac8e-6e215a9cce25_fi (дата обращения: 02.06.2026).
7. Hinrichs-Krapels S., Ditewig B., Boulding H., Chalkidou A., Erskine J., Shokraneh F. Purchasing high-cost medical devices and equipment in hospitals: A systematic review // BMJ Open. 2022. Vol. 12, № 9. Art. e057516. DOI: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-057516.
8. OECD. Securing Medical Supply Chains in a Post-Pandemic World. Paris: OECD Publishing, 2024. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/02/securing-medical-supply-chains-in-a-post-pandemic-world_3c8cef7c/119c59d9-en.pdf (дата обращения: 03.06.2026).
9. Rahmani K., Karimi S., Rezayatmand R., Raeisi A. R. Value-Based procurement for medical devices: A scoping review // Medical Journal of The Islamic Republic of Iran. 2021. DOI: https://doi.org/10.47176/mjiri.35.134.
10. Stoumpos A. I., Kitsios F., Talias M. A. Digital transformation in healthcare: Technology acceptance and its applications // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023. Vol. 20, № 4. Art. 3407. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20043407.

Economic factors of the introduction of high-tech medical equipment in healthcare institutions

Solovyov V.

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article discusses the financial, supply and management conditions for the introduction of high-tech medical equipment in healthcare institutions. The relevance of the topic is related to the growing costs of equipment, service, supplies, personnel training and logistics. The purpose of the study is to develop an analytical model of a procurement decision by a medical organization. The methodological framework combines source analysis, a comparative approach, factor typologization, and conceptual generalization. The corpus includes ten scientific and institutional papers from 2021-2025. The analytical part highlights the total cost of ownership, supplier reliability, risks of parallel imports, co-financing and the participation of the regional administration. The practical application is related to procurement planning. The proposed model helps to reduce the risk of inefficient procurement and increase the sustainability of equipment operation in healthcare regions.

Keywords: high-tech medical equipment, procurement, healthcare, budget constraints, total cost of ownership, service support.

References

1. Zuev A.V. Analysis of the public procurement system in the medical equipment market // Izvestiya SPbGEU. 2022. № 2 (134). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sistemy-gosudarstvennyh-zakupok-na-rynke-meditsinskoy-tehniki (date of request: 06/03/2026).
2. Mushenko R. D., Khodos D. V. Prospects for the development of the professional equipment market in the context of the transformation of the medical services sector in the Russian Federation // EV. 2024. No. 1 (36). URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-rynka-professionalnogo-oborudovaniya-v-usloviyah-transformatsii-sfery-meditsinskih-uslug-v-rf (date of request: 06/03/2026).
3. V. Tonkonog. Actual issues of import of medical products and equipment to the Russian Federation // Problems of social hygiene, public health and the history of medicine. 2024. No. C2. Address: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-importa-meditsinskih-izdeliy-i-oborudovaniya-v-rossiyskuyu-federatsiyu (date of access: 06/02/2026).
4. Arunyart S., Humpang P. Decision-making system for evaluating medical equipment suppliers in conditions of uncertainty // Scientific Reports. 2025. Volume 15, No. 1. Article 9858. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-93389-4 .
5. Di Virgilio V., Maldonado M. S., Bouchard Saindon A., Astolfi L. Improving the sustainability of medical device purchases in low- and middle-income countries // International Journal of Sustainable Engineering. 2025. Volume 18, No. 1. Article number 2547595. DOI: https://doi.org/10.1080/19397038.2025.2547595 .
6. The European Commission. Ecosystem of procurement of medical devices and devices for in vitro diagnostics: procurement newsletter. Brussels, 2022. URL: https://health.ec.europa.eu/document/download/6c636d24-e6cd-49c9-ac8e-6e215a9cce25_fi (date of request: 06/02/2026).
7. Hinrichs-Krapels S., Ditvig B., Boulding H., Halkidu A., Erskine J., Shokrane F. Procurement of expensive medical devices and equipment in hospitals: a systematic review // BMJ Open. 2022. Volume 12, No. 9. Article number e057516. DOI: https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-057516 .
8. The OECD. Ensuring the security of drug supply chains in a post-pandemic world. Paris: OECD Publishing House, 2024. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/02/securing-medical-supply-chains-in-a-post-pandemic-world_3c8cef7c/119c59d9-en.pdf (date of request: 06/03/2026).
9. Rahmani K., Karimi S., Rezayatmand R., Raisi A. R. Procurement of medical devices based on cost assessment: an overview // Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. 2021. DOI: https://doi.org/10.47176/mjiri.35.134
10. Stoumpos A. I., Kitsios F., Talias M. A. Digital transformation in healthcare: recognition of technologies and their application // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023. Volume 20, No. 4. art. 3407. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph20043407.

Алгоритм оценки эффективности цифровой трансформации организации с учетом критериев устойчивого развития

Сорокин Михаил Дмитриевич
аспирант, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, mikhailsorokin9897@gmail.com,

Вакуленко Руслан Яковлевич
д.э.н., профессор кафедры управления инновационной деятельностью, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, rvakylenko@lunn.ru

Цифровая трансформация организаций невозможна без использования последовательных процедур оценки, которые позволяют подтвердить фактическое получение запланированных результатов и определить основания для дальнейших решений. Цель исследования состоит в обосновании алгоритма оценки эффективности цифровой трансформации организации с учетом критериев устойчивого развития. Предложен авторский алгоритм, предусматривающий последовательное определение объекта и границ оценки, отличительной особенностью которого является наличие контрольных переходов, при которых недостаточная сопоставимость данных, отсутствие подтвержденной причинной связи или возникновение критических отрицательных последствий приводят к возврату на соответствующий предшествующий этап. Разработана классификация факторов искажения оценки и предложена матрица принятия решений.
Ключевые слова: цифровая трансформация, эффективность цифровой трансформации, устойчивое развитие, алгоритм оценки, цифровой проект, управленческое решение, критерии оценки, доказательность результата, цифровые изменения, региональная и отраслевая экономика.

Расширение практики цифровой трансформации организаций закономерно повышает требования к обоснованности решений, принимаемых по результатам реализации цифровых проектов. Для руководства предприятия важную роль имеет возможность установить полученный результат, определить причины его возникновения и принять решение о дальнейшем развитии проекта. В связи с этим особую роль приобретает порядок проведения оценки, поскольку от последовательности аналитических действий зависит, какие данные будут признаны достаточными, относительно какой базы будет измеряться результат и в какой момент наблюдаемый эффект может быть связан с цифровым преобразованием.

Существующие методические разработки создают необходимые основания для решения данной задачи, однако преимущественно рассматривают отдельные аспекты оценивания. Так, А.В. Бабкин, П.А. Михайлов, Е.В. Шкарупета и К.Б. Гаев предлагают методику оценки цифровой зрелости промышленного предприятия и экосистемы на основе цифрового и коэволюционного потенциала. Получаемая оценка позволяет характеризовать состояние объекта и достигнутый уровень его цифрового развития, что может использоваться при определении исходных условий проведения оценки [1]. Вместе с тем оценка эффективности предполагает в дальнейшем переход от характеристики состояния организации к доказательству результатов конкретных цифровых изменений.

Сходную направленность приобретают методики оценки готовности к цифровой трансформации. Так, Е.Д. Вайсман и А.Е. Коротовских связывают успешность цифровых преобразований со стратегической, психологической и ресурсной готовностью промышленного предприятия [2]. Соответственно, готовность определяет предпосылки получения результата, однако после начала реализации цифрового проекта возникает другая управленческая задача; в частности, необходимо последовательно установить, произошло ли предусмотренное изменение, преобразовался ли соответствующий процесс и привело ли данное преобразование к измеримому эффекту.

Отраслевая специфика оценки прослеживается в исследовании Д.В. Смердовой и Д.С. Бурцева, которыми сформирована система оценки готовности отечественной розничной торговли к цифровой трансформации и показана необходимость учитывать приоритеты развития конкретной отрасли [5]. Исходя из этого, единая последовательность проведения оценки должна допускать настройку состава показателей, периода наблюдения и базы сравнения с учетом особенностей отрасли. При этом общий порядок доказательства полученного результата должен оставаться воспроизводимым. Таким образом, даже при наличии системы показателей сохраняется вопрос о том, в какой последовательности следует собирать и проверять данные, устанавливать причинную связь, формировать базу сравнения и анализировать устойчивость полученного результата. Дополнительная неопределенность возникает при недостаточности исходной информации; причем аналогичная ситуация складывается при выявлении положительного экономического результата, который сопровождается ухудшением экологических, социальных или организационных характеристик.

Необходимость развития процедур оценки подтверждается исследованием L. Isik, C. Nilsson, J. Magnusson и D. Koutsikouri, посвященным реализации выгод цифровой трансформации. Авторы выявляют разрывы между установленной политикой и практикой ее реализации, а также между используемыми средствами и достигаемыми целями [10]. В контексте настоящего исследования данная проблема сводится к тому, что формальное выполнение цифрового проекта не позволяет переходить непосредственно к признанию его эффективности, поскольку между реализацией мероприятия и итоговым решением необходимо осуществлять ряд проверок, подтверждающих возникновение ожидаемого эффекта. Дальнейшее развитие существующих представлений об оценке цифровой трансформации организации и ее влияния на устойчивое развитие связано с детальным обоснованием самого алгоритма. Требуется определить содержание отдельных этапов, результаты их прохождения, условия перехода между ними и действия, предпринимаемые при выявлении отклонений.

Цель исследования состоит в развитии и детальном обосновании алгоритма оценки эффективности цифровой трансформации организации с учетом критериев устойчивого развития.

Методологическая основа исследования сформирована посредством процессного представления оценки, причинно-следственной декомпози-

ции результатов, сравнительного анализа научных подходов и классификации факторов искажения. Алгоритм рассматривается как система этапов и контрольных переходов, в которой каждый этап завершается получением результата, который служит основанием для дальнейшего движения либо возврата к предшествующим действиям.

В основу алгоритма положен принцип доказательной последовательности. Сначала устанавливается объект, в отношении которого проводится оценка; затем определяются ожидаемые результаты и требования к данным, и после этого проверяется причинная связь между цифровым изменением и наблюдаемым эффектом. После прохождения указанных процедур допускается итоговая интерпретация результата и формирование управленческого решения.

В качестве единицы анализа предлагается использовать цепочку доказательства, состоящую из цифровой инициативы, фактически реализованного цифрового изменения, изменения процесса, промежуточного эффекта, результата организации, проверки критериев устойчивого развития и принятия решения. При этом крайне важно разделение цифрового проекта и фактически произошедшего изменения. На следующем уровне выделяется промежуточный эффект, наличие которого позволяет объяснить механизм перехода к конечному результату.

Предлагаемое представление позволяет сформировать три уровня доказательства эффективности:

– факт изменения, подтверждающий, что цифровое решение повлияло на реальную деятельность;

– факт результата, свидетельствующий о возникновении измеримого эффекта;

– факт устойчивого развития, подтверждающий сохранение эффекта и отсутствие критического ухудшения контрольных параметров, связанных с устойчивым развитием.

Региональная и отраслевая специфика учитывается при выборе базы сравнения, определении периода проявления эффекта и интерпретации полученного результата. Одинаковое изменение производительности способно обеспечивать различное значение для предприятий с разной продолжительностью производственного цикла и капиталоемкостью. Различаться может и период, необходимый для подтверждения устойчивости результата.

Общая взаимосвязь методического подхода, процедурного алгоритма и последующего управленческого решения представлена на рис. 1.

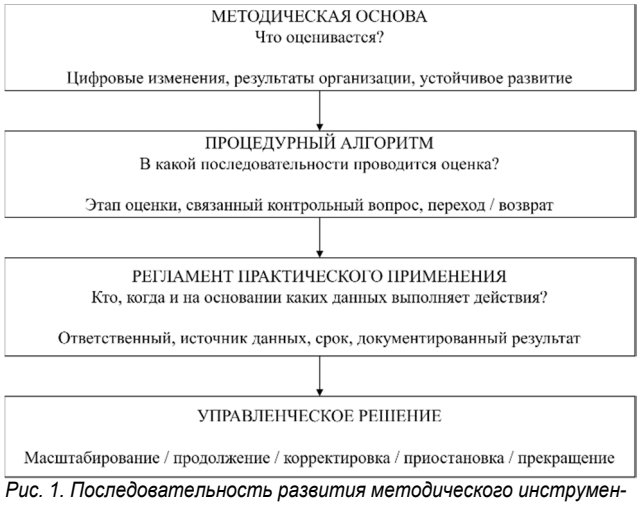


Рис. 1. Последовательность развития методического инструментария оценки эффективности цифровой трансформации организации

Согласно рис. 1, методическая основа отвечает на вопрос о составе оцениваемых результатов; процедурный же алгоритм определяет порядок проведения оценки и условия перехода между этапами, а регламент практического применения устанавливает ответственных исполнителей, источники информации и периодичность выполнения процедур. Итогом становится принимаемое решение относительно дальнейшего развития цифрового проекта.

Итак, предлагаемый алгоритм включает восемь этапов и систему возвратных переходов.

Первый этап, основанный на инициации оценки и определении ее границ, начинается с установления основного вопроса, т.е. организация должна определить, для принятия какого решения проводится оценка. Предметом решения может выступать продолжение цифрового проекта, его распространение на другие подразделения, изменение состава мероприятий, временная приостановка или прекращение дальнейшего финансирования.

После постановки вопроса определяется непосредственный объект оценки; так, при локальном преобразовании отдельного производственного процесса необоснованно распространять полученный результат на всю организацию. Изменение показателей подразделений, которые не были затронуты цифровым проектом, способно создать ошибочное представление о его эффективности. На данном этапе фиксируются организационные и временные границы. Дополнительно определяется отраслевая и региональная принадлежность объекта. Соответствующие сведения используются при последующем выборе базы сравнения и интерпретации результатов.

Предварительное установление объекта оценки согласуется с подходом Н.Н. Карпухиной, Е.С. Митякова, В.И. Шостко и В.В. Латыпова, которые рассматривают готовность предприятия к цифровой трансформации проектного управления через систему предварительно определенных критериев и показателей [4]. В предлагаемом алгоритме данный принцип развивается применительно к оценке уже реализуемого цифрового проекта, т.е. до начала измерений фиксируется конкретный объект преобразования, поскольку изменение показателей за его пределами не должно автоматически включаться в результат проекта.

Контрольной точкой 1 является вопрос о том, определены ли однозначно объект цифрового изменения и основной вопрос? При отрицательном ответе проведение последующих процедур приостанавливается и требуется уточнить границы проекта, состав затронутых процессов и ожидаемый результат. Результатом первого этапа становится формализованное описание объекта оценки с установленными организационными, временными, отраслевыми и территориальными границами.

На втором этапе цели цифровой инициативы переводятся в измеримую задачу оценки, т.е. для проекта формируется паспорт оценки, в котором фиксируются исходное состояние процесса, произошедшее цифровое изменение, предполагаемый эффект, ожидаемый результат, период наблюдения и источники информации. Важную роль приобретает предварительное закрепление критериев устойчивого развития, состав которых должен определяться до получения итоговых результатов. Выбор показателей после завершения проекта повышает риск избирательного представления положительной динамики.

Состав паспорта должен учитывать кадровое измерение цифровой трансформации. Данное положение согласуется с исследованием В.А. Васяйчевой и Н.В. Сололовой, в котором цифровая зрелость персонала рассматривается в качестве самостоятельного объекта оценивания [3]. В предлагаемом алгоритме соответствующие характеристики используются для проверки фактического освоения цифрового изменения, а низкая регулярность применения внедренного решения персоналом может свидетельствовать о незавершенности преобразования даже при технической готовности информационной системы.

Выделение результатов, связанных с работниками, соответствует подходу P. Abril-Jiménez, D. Carvajal-Flores, E. Buhid и M.F. Cabrera-Umpierrez, которые предложили методологию оценки человекоцентричной цифровизации промышленной среды посредством системы KPI [6]. В настоящем исследовании соответствующие показатели получают функцию контрольного ограничения, т.е. улучшение основного производственного показателя предполагает проведение дополнительной проверки того, каким образом цифровое изменение отразилось на деятельности работников. В частности, предлагаемое разделение критериев позволяет разграничить основной эффект и условия его признания. Например, снижение себестоимости может рассматриваться как положительный результат проекта. Вместе с тем данный эффект предполагает проведение дополнительной проверки надежности процесса и отсутствия критического ухудшения условий труда или ресурсных характеристик. Результатом второго этапа становится утвержденный паспорт оценки, который используется на протяжении всего оценочного цикла.

На третьем этапе предусматривается инвентаризация фактических источников информации, а именно проверяется наличие данных за период до внедрения цифрового решения, в процессе его внедрения и после перехода к регулярному использованию. Основным требованием выступает сопоставимость информации, т.к. изменение порядка учета способно создать искусственную динамику показателя. Поэтому для каждого показателя устанавливается происхождение данных и возможность повторной проверки, а при наличии нескольких источников определяется приоритетный источник или проводится их предварительная сверка. Для предлагаемого алгоритма существенным является положение о том, что информационная проблема способна возникать непосред-

ственно в процессе цифрового преобразования, и именно поэтому недостаточное качество исходной информации рассматривается как основание для остановки дальнейшей оценки.

Контрольной точкой 2 является то, что имеющиеся данные являются сопоставимыми и позволяют провести проверяемую оценку? При положительном ответе процедура продолжается, а при недостаточности информации предусматривается введение дополнительного периода наблюдения, использование заранее определенного альтернативного показателя либо ограничение области итоговых выводов. Например, экспертная оценка может применяться для дополнения сценарного анализа, однако результат, основанный исключительно на экспертном предположении, не следует представлять в качестве подтвержденного фактического эффекта. Результатом этапа становится перечень показателей, допущенных к дальнейшей оценке, с указанием источников и ограничений.

Задача следующего четвертого этапа заключается в проверке того, способен ли наблюдаемый результат быть следствием рассматриваемого цифрового проекта. Для каждого существенного результата формируется отдельная причинная цепочка возникновения. При этом необходимость выделения промежуточных звеньев согласуется с результатами V. Barba-Sánchez, A. Meseguer-Martínez, R. Gouveia-Rodrigues и M.L. Raposo. Проведенное авторами исследование показывает связь ИТ-способностей с результативностью организации через цифровую ориентацию и цифровую трансформацию [7]. Цепочка доказательства представлена на рис. 2.

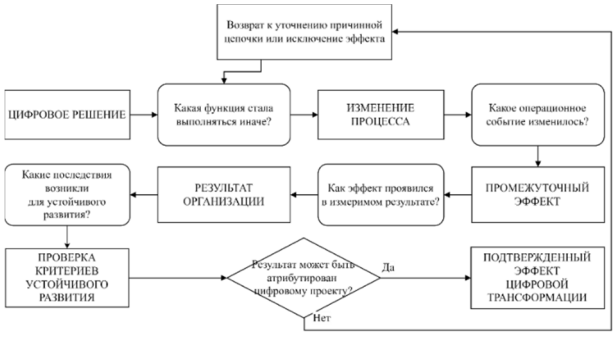


Рис. 2. Цепочка доказательства результата цифровой трансформации

Каждый переход в причинной цепочке должен иметь подтверждение, которым могут выступать журналы информационных систем, производственные данные, документы об изменении регламентов и наблюдаемая динамика операционных показателей.

Контрольной точкой 3 является существование подтверждаемой связи между цифровым изменением и наблюдаемым результатом; при отрицательном ответе показатель может сохраняться в общей системе мониторинга организации, однако исключается из состава подтвержденных результатов конкретного цифрового проекта. При наличии неполной причинной цепочки процедура возвращается к ее уточнению. Результатом четвертого этапа становится перечень эффектов, в отношении которых установлена причинная связь с оцениваемым цифровым изменением.

После подтверждения причинной цепочки устанавливается состояние, относительно которого будет оцениваться изменение. В качестве базы могут использоваться предыдущий период, контрольное подразделение, сходная производственная линия либо внешний отраслевой ориентир.

Контрольной точкой 4 служит ответ на вопрос о том, отделено ли влияние внешних факторов от результата цифрового проекта в приемлемой для оценки степени? При отрицательном ответе требуется пересмотр базы сравнения или продление периода наблюдения. Результатом пятого этапа становится установленная база, относительно которой допускается оценивать изменение показателей.

В рамках шестого этапа происходит объединение содержательных процедур определения эффективности цифровой трансформации. При этом оценка проводится последовательно: 1) устанавливается фактическая реализованность цифрового изменения; 2) проверяется, введено ли решение в регулярную эксплуатацию и используется ли оно в предусмотренном процессе; 3) определяется основной результат, и данном шаге оценивается изменение показателя, непосредственно связанного с целью цифрового проекта; 4) проводится проверка критериев устойчивого развития и надежности. Положительный результат по основному показателю не позволяет автоматически признать цифровую трансформацию эффективной при наличии критического ухудшения контрольного параметра.

Последовательное разграничение данных состояний согласуется с подходом I. Bashynska и соавторов, рассматривающих оценку результатов проектов цифровой трансформации промышленных предприятий в связи с обеспечением устойчивого развития [8]. Вместе с тем предлагаемая процедура уточняет порядок признания такого результата, поскольку положительная динамика включается в итоговую оценку после подтверждения реализованности цифрового изменения и прохождения контрольных критериев.

В результате могут возникать несколько принципиально различающихся ситуаций: 1) цифровое решение технически внедрено, однако процесс фактически не изменился; 2) процесс изменился, но ожидаемый результат не возник; 3) положительный результат получен, однако его влияние на устойчивое развитие пока не подтверждено; 4) результат достигнут и сохраняется в установленном периоде; 5) положительный эффект сопровождается критическим ухудшением контрольного показателя.

Для каждой ситуации требуется отдельное действие. При этом использование критериев устойчивого развития согласуется с результатами I. Mutambik, которые установили взаимосвязь факторов цифровизации с показателями устойчивого развития в отрасли грузовых перевозок и логистики [11]. В рамках предлагаемого алгоритма важен отраслевой характер подобных связей, поскольку состав конкретных контрольных показателей может различаться, однако проверка сопутствующих результатов сохраняется в качестве обязательного этапа.

Факторы, способные исказить оценку, классифицированы в табл. 1.

Табл. 1

Классификация факторов искажения оценки эффективности цифровой трансформации

Группа факторов	Возможное искажение	Реакция алгоритма
Граничные	В оценку включаются процессы, фактически не затронутые проектом	Уточнение объекта и возврат к этапу 1
Временные	Эффект периода внедрения смешивается с результатом регулярной эксплуатации	Изменение периода наблюдения
Причинные	Рыночная или иная внешняя динамика ошибочно относится к цифровому проекту	Возврат к этапам 4–5
Информационные	Несопоставимые или неполные данные создают ложную динамику	Дополнительный сбор данных или ограничение выводов
Организационные	Решение внедрено, но используется нерегулярно	Корректировка процесса освоения
Рисковые	Положительный результат сопровождается новым критическим риском	Приостановка дальнейшего распространения
Регионально-отраслевые	Общая динамика отрасли воспринимается как индивидуальный эффект организации	Применение соответствующей внешней базы сравнения

В отличие от классификации факторов цифровой трансформации по источнику возникновения предложенная систематизация ориентирована непосредственно на проведение оценки; каждая группа связана с определенным риском ошибки и соответствующей точкой возврата алгоритма.

Контрольная точка 5 описывается следующим вопросом: выявлено ли критическое ухудшение хотя бы одного обязательного контрольного критерия? При отрицательном ответе проводится проверка устойчивого развития с учетом фактора времени, а в случае положительного ответа определяется причина отклонения и разрабатываются корректирующие мероприятия. Масштабирование проекта откладывается до повторной оценки. Результатом этапа становится классифицированный вывод о состоянии цифрового проекта (подтвержденный эффект, неподтвержденный эффект, недостаточная продолжительность наблюдения либо наличие критического ограничения).

На седьмом этапе результаты оценки переводятся в конкретное действие; предлагается использовать пять основных типов решений, а именно масштабирование, продолжение, корректировка, приостановка и прекращение проекта. Решение о масштабировании принимается при подтверждении устойчивого развития и воспроизводимости результата; успешное применение решения в одном подразделении не означает автоматической возможности его переноса на другие объекты. Перед распространением необходимо проверить сопоставимость процессов, инфраструктуры и условий использования. Продолжение с корректирующими мероприятиями целесообразно в ситуации, когда основной результат подтвержден, выявленные отклонения могут быть устранены без существенного пересмотра цифрового проекта. Внесение изменений предполагается при наличии установленной причины недостижения целевого результата; изменению, в частности, могут подлежать порядок использования цифрового решения, организационные регламенты, состав дан-

ных или условия взаимодействия подразделений. Приостановка применяется при недостаточной доказательности; в данном случае проект может продолжать эксплуатацию, однако решение о его дальнейшем распространении переносится до получения необходимых данных.

Прекращение или существенный пересмотр рассматриваются при отсутствии подтвержденного эффекта либо при сохранении критического ограничения, которое невозможно устранить в приемлемых условиях. Тем самым алгоритм связывает результат оценки с заранее установленным набором управленческих действий, что снижает риск возникновения ситуации, при которой оценка завершается формальным итоговым показателем без определения дальнейших действий организации.

Вместе с тем завершение первичной оценки не означает прекращения наблюдения, поскольку цифровые решения изменяются вследствие обновлений, увеличения нагрузки и подключения новых источников информации. Организация также приобретает новый опыт их использования. Для проектов, признанных эффективными, устанавливается следующий контрольный период. Повторная оценка может проводиться в сокращенном формате, однако обязательными остаются проверка основного эффекта, надежности и критических критериев устойчивого развития.

Возможность перехода к регулярному наблюдению согласуется с направлением, представленным O. A. Hiziroglu и O. Dogan. Авторы предлагают интегрировать показатели устойчивого развития с данными операционных процессов посредством интеллектуального анализа процессов [9]. В рамках предлагаемого алгоритма данный подход представляет интерес в части автоматизации повторных оценочных циклов; после первичного подтверждения причинной связи организация может использовать цифровые следы процесса для наблюдения за сохранением полученного результата.

Результатом восьмого этапа становится установленная периодичность последующего контроля. Полная последовательность разработанного алгоритма представлена на рис. 3.

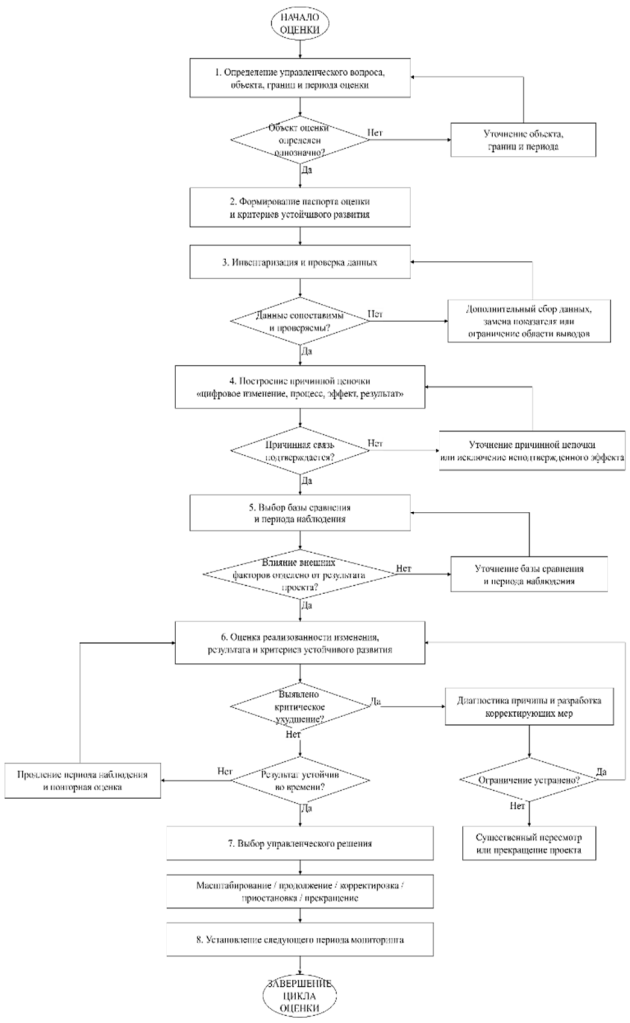


Рис. 3. Алгоритм оценки эффективности цифровой трансформации организации с учетом критериев устойчивого развития

Итак, практическая значимость разработанного алгоритма заключается в возможности его использования в качестве основы внутреннего регламента оценки цифровых проектов; для каждого этапа могут быть установлены ответственный исполнитель, источник информации, срок проведения процедуры и форма документирования результата.

Научная новизна исследования заключается в развитии методического инструментария оценки эффективности цифровой трансформации посредством процедурной декомпозиции оценочного процесса. Предложенный алгоритм устанавливает обязательную последовательность доказательства результата и предусматривает контрольные точки, препятствующие переходу к итоговому решению при недостаточности данных, отсутствии подтвержденной причинной связи или возникновении критического ограничения.

Дополнительный элемент научной новизны связан с использованием критериев устойчивого развития в качестве контрольных условий признания цифровой трансформации эффективной, что позволяет разграничить достижение основного результата проекта и общую приемлемость возникших последствий.

Еще одним результатом исследования выступает классификация факторов искажения оценки по механизму их воздействия; выделение граничных, временных, причинных, информационных, организационных, рисковых и регионально-отраслевых факторов позволяет связать выявленную проблему с соответствующей точкой возврата алгоритма.

Литература

1. Бабкин, А. В. Методика оценки цифровой зрелости промышленного предприятия и экосистемы на основе динамического коэволюционного потенциала / А. В. Бабкин, П. А. Михайлов, Е. В. Шкарупета, К. Б. Гаев // π-Economy. – 2024. – Т. 17, № 4. – С. 153–178. – DOI 10.18721/JE.17410.
2. Вайсман, Е. Д. Методический подход к оценке готовности промышленного предприятия к цифровой трансформации / Е. Д. Вайсман, А. Е. Коротовских // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 65–73. – DOI 10.14529/em210407.
3. Васяйчева, В. А. К вопросу об оценке цифровой зрелости персонала предприятий / В. А. Васяйчева, Н. В. Соловова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 7 (145). – DOI 10.60797/IRJ.2024.145.184.
4. Карпухина, Н. Н. Оценка готовности промышленного предприятия к цифровой трансформации проектного управления инновационной деятельности / Н. Н. Карпухина, Е. С. Митяков, В. И. Шостко, В. В. Латыпов // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 4. – С. 168–178. – DOI 10.47576/2949-1908.2025.4.4.020.
5. Смердова, Д. В. Методика оценки уровня готовности розничной торговли в России к процессу цифровой трансформации / Д. В. Смердова, Д. С. Бурцев // Экономика. Право. Инновации. – 2024. – № 3. – С. 19–29. – DOI 10.17586/2713-1874-2024-3-19-29.
6. Abril-Jiménez, P. Enhancing worker-centred digitalisation in industrial environments: A KPI evaluation methodology / P. Abril-Jiménez, D. Carvajal-Flores, E. Buhid, M. F. Cabrera-Umpierrez // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 4. – Art. e26638. – DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e26638.
7. Barba-Sánchez, V. Effects of digital transformation on firm performance: The role of IT capabilities and digital orientation / V. Barba-Sánchez, A. Meseguer-Martínez, R. Gouveia-Rodrigues, M. L. Raposo // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 6. – Art. e27725. – DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e27725.
8. Bashynska, I. Assessing the outcomes of digital transformation smartization projects in industrial enterprises: A model for enabling sustainability / I. Bashynska, S. Mukhamejanuly, Y. Malynovska, M. Bortnikova, M. Saiensus, Y. Malynovskyy // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, No. 19. – Art. 14075. – DOI 10.3390/su151914075.
9. Hiziroglu, O. A. A framework for sustainability performance measurement through process mining: Integration of GRI metrics in operational processes / O. A. Hiziroglu, O. Dogan // Systems. – 2025. – Vol. 13, No. 7. – Art. 547. – DOI 10.3390/systems13070547.
10. Isik, L. Benefits realization in digital transformation: The translation from policy to practice in health care / L. Isik, C. Nilsson, J. Magnusson, D. Koutsikouri // Transforming Government: People, Process and Policy. – 2024. – Vol. 18, No. 2. – P. 303–317. – DOI 10.1108/TG-11-2023-0177.
11. Mutambik, I. Digital transformation as a driver of sustainability performance – A study from freight and logistics industry / I. Mutambik // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 10. – Art. 4310. – DOI 10.3390/su16104310.

An algorithm for assessing the effectiveness of an organization's digital transformation based on sustainable development criteria

Sorokin M.D., Vakulenko R.Ya.
Nizhny Novgorod State Technical University named after. R.E. Alekseeva

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Digital transformation of organizations is impossible without consistent assessment procedures that confirm the actual achievement of planned results and provide a basis for further decisions. The purpose of this study is to substantiate an algorithm for assessing the effectiveness of an organization's digital transformation, taking into account sustainable development criteria. A proprietary algorithm is proposed that consistently defines the object and boundaries of the assessment. A distinctive feature of this algorithm is the presence of control transitions, during which insufficient data comparability, the absence of a confirmed causal relationship, or the occurrence of critical negative consequences lead to a return to the corresponding previous stage. A classification of assessment distortion factors is developed, and a decision-making matrix is proposed.

Keywords: digital transformation, digital transformation effectiveness, sustainable development, assessment algorithm, digital project, management decision, assessment criteria, evidence of results, digital change, regional and sectoral economy.

References

1. Babkin, A. V. Methodology for Assessing the Digital Maturity of an Industrial Enterprise and an Ecosystem Based on Dynamic Coevolutionary Potential / A. V. Babkin, P. A. Mikhailov, E. V. Shkarupeta, K. B. Gaev // π-Economy. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – P. 153–178. – DOI 10.18721/JE.17410.
2. Vaysman, E. D. Methodological Approach to Assessing the Readiness of an Industrial Enterprise for Digital Transformation / E. D. Vaysman, A. E. Korotovskikh // Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. – 2021. – Vol. 15, No. 4. – P. 65–73. – DOI 10.14529/em210407.
3. Vasyaicheva, V. A. On the Issue of Assessing the Digital Maturity of Enterprise Personnel / V. A. Vasyaicheva, N. V. Solovaya // International Research Journal. – 2024. – No. 7 (145). – DOI 10.60797/IRJ.2024.145.184.
4. Karpushina, N. N. Assessing the Readiness of an Industrial Enterprise for the Digital Transformation of Project Management of Innovative Activities / N. N. Karpushina, E. S. Mityakov, V. I. Shostko, V. V. Latypov // Applied Economic Research. – 2025. – No. 4. – pp. 168–178. – DOI 10.47576/2949-1908.2025.4.4.020.
5. Smerdova, D. V. Methodology for assessing the level of retail readiness in Russia for the digital transformation process / D. V. Smerdova, D. S. Burtsev // Economy. Law. Innovations. – 2024. – No. 3. – P. 19–29. – DOI 10.17586/2713-1874-2024-3-19-29.
6. Abril-Jiménez, P. Enhancing worker-centred digitalization in industrial environments: A KPI evaluation methodology / P. Abril-Jiménez, D. Carvajal-Flores, E. Buhid, M. F. Cabrera-Umpierrez // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 4. – Art. e26638. – DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e26638.
7. Barba-Sánchez, V. Effects of digital transformation on firm performance: The role of IT capabilities and digital orientation / V. Barba-Sánchez, A. Meseguer-Martínez, R. Gouveia-Rodrigues, M. L. Raposo // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 6. – Art. e27725. – DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e27725.
8. Bashynska, I. Assessing the outcomes of digital transformation smartization projects in industrial enterprises: A model for enabling sustainability / I. Bashynska, S. Mukhamejanuly, Y. Malynovska, M. Bortnikova, M. Saiensus, Y. Malynovskyy // Sustainability. – 2023. – Vol. 15, No. 19. – Art. 14075. – DOI 10.3390/su151914075.
9. Hiziroglu, O. A. A framework for sustainability performance measurement through process mining: Integration of GRI metrics in operational processes / O. A. Hiziroglu, O. Dogan // Systems. – 2025. – Vol. 13, No. 7. – Art. 547. – DOI 10.3390/systems13070547.
10. Isik, L. Benefits realization in digital transformation: The translation from policy to practice in health care / L. Isik, C. Nilsson, J. Magnusson, D. Koutsikouri // Transforming Government: People, Process and Policy. – 2024. – Vol. 18, No. 2. – P. 303–317. – DOI 10.1108/TG-11-2023-0177.
11. Mutambik, I. Digital transformation as a driver of sustainability performance – A study from freight and logistics industry / I. Mutambik // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 10. – Art. 4310. – DOI 10.3390/su16104310.

Анализ практики управления оборотным капиталом на базе экспертных систем

Спиридонов Евгений Эдуардович
аспирант, кафедра финансов устойчивого развития, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, evgeniy_sp@bk.ru

Систематизирована практика применения экспертных систем в управлении оборотным капиталом предприятия. Обобщены архитектура и принципы работы таких систем; основное внимание уделено анализу практики их применения по элементам оборотного капитала, включая отечественные кейсы. Оценены эффекты внедрения и ограничения. Обоснован переход к гибридным объяснимым интеллектуальным системам.
Ключевые слова: поддержка принятия решений, нечеткая логика, финансовый цикл, искусственный интеллект, управление запасами, гибридные интеллектуальные системы.

Введение

Оборотный капитал выступает одним из ключевых факторов ликвидности, платежеспособности и финансовой устойчивости предприятия, а эффективность управления его элементами – запасами, дебиторской и кредиторской задолженностью, денежными средствами – напрямую определяет финансовые результаты деятельности. Классические исследования установили, что финансовый цикл (cash conversion cycle) является одним из наиболее информативных индикаторов эффективности такого управления [15], а его сокращение при прочих равных положительно связано с рентабельностью [3; 12; 16; 19]. Вместе с тем управление оборотным капиталом традиционно опирается на опыт и эвристические суждения финансового менеджера, что в условиях роста объемов данных, рыночной волатильности и удорожания заемного финансирования повышает цену управленческой ошибки.

Экспертные системы, формализующие знания специалистов в виде баз правил и механизмов логического вывода [1; 17; 20], позволяют автоматизировать и, что принципиально важно, обосновывать решения по оптимизации элементов оборотного капитала. В последние годы такие системы все активнее дополняются методами нечеткой логики и машинного обучения [10; 11; 14], в том числе применительно к отечественной практике управления оборотным капиталом [5]. Однако практика их применения остается фрагментарной и слабо систематизированной.

Цель статьи – проанализировать и систематизировать практику применения экспертных систем в управлении оборотным капиталом, обобщить типовые решения по его элементам и оценить эффект от их внедрения. Объектом исследования выступают процессы управления оборотным капиталом предприятия, предметом – экспертные системы и алгоритмы поддержки принятия решений. Методологическую основу составили системный и сравнительный анализ, а также разбор практических кейсов внедрения.

Управление оборотным капиталом как объект интеллектуальной автоматизации

Оборотный капитал предприятия объединяет средства, авансированные в текущие активы, – производственные запасы, дебиторскую задолженность и денежные средства, – источником финансирования которых частично выступает кредиторская задолженность [2]. Управление им сводится к решению нескольких взаимосвязанных задач: определению рационального уровня запасов, выработке кредитной политики в отношении покупателей, синхронизации входящих и исходящих денежных потоков и оптимизации сроков расчетов с поставщиками. Общей чертой этих задач является постоянный компромисс между ликвидностью и доходностью: избыточные оборотные активы связывают капитал и снижают рентабельность, а их недостаток угрожает платежеспособности.

Ключевым интегральным индикатором эффективности управления оборотным капиталом выступает финансовый цикл (cash conversion cycle, CCC) – период между оттоком денежных средств на оплату ресурсов и их поступлением от реализации продукции [13]. Эмпирические исследования устойчиво показывают, что сокращение цикла при прочих равных сопряжено с ростом рентабельности [3; 12; 16; 19], что делает CCC и его компоненты – периоды оборота запасов, дебиторской и кредиторской задолженности – естественными целевыми параметрами оптимизации. Наряду с ним в практике применяются модель оптимального размера заказа (EOQ), методы ABC/XYZ-классификации запасов, системы кредитного скоринга контрагентов и платежные календари.

Управление оборотным капиталом реализуется в рамках одной из типовых политик его финансирования – консервативной, агрессивной или умеренной. Консервативная повышает ликвидность ценой снижения рентабельности, агрессивная – напротив, а умеренная стремится к их балансу. Выбор политики – слабоструктурированная задача, в которой формализованные правила и пороговые ориентиры дополняют экспертное суждение. Решения по управлению оборотным капиталом опираются на устойчивые причинно-следственные зависимости, пороговые значения и эвристические правила, которые опытный финансовый менеджер по существу применяет в форме «ЕСЛИ - ТО».

Экспертные системы: архитектура и принципы работы

Экспертная система (ЭС) – программный комплекс, который аккумулирует знания специалистов и использует их для поддержки принятия решений на уровне, сопоставимом с уровнем эксперта [17]. В отличие от

традиционных программ, ЭС отделяет знания о предметной области от механизма их обработки, что делает ее пригодной для формализации слабоструктурированных управленческих задач, к числу которых относится управление оборотным капиталом.

Обобщенно ЭС включает пять компонентов (рис. 1): базу знаний с формализованными экспертными знаниями; базу фактов (рабочую память) с данными о конкретной ситуации; машину логического вывода, применяющую знания к фактам; интерфейс пользователя; и модуль объяснений, раскрывающий логику вывода [1; 17]. Принципиален именно модуль объяснений: решение по кредитному лимиту или уровню запасов должно быть обосновано перед менеджером и аудитором.

Рис. 1. *Обобщенная архитектура экспертной системы*

Знания в ЭС чаще всего представляются продукционными (основанными на правилах) моделями вида «ЕСЛИ (условие), ТО (заключение)» [8]; например: «ЕСЛИ период оборота запасов растет, и ликвидность снижается, ТО риск затоваривания высокий». Машина вывода реализует прямой вывод (от данных к цели – удобен для мониторинга, например, сигналов о разрыве ликвидности) либо обратный вывод (от цели к данным – удобен для диагностики, например, обоснования кредитного решения по контрагенту). Поскольку финансовые решения принимаются в условиях неполноты информации, современные ЭС опираются на аппарат нечеткой логики [20], где качественные оценки описываются функцией принадлежности:

$\mu A : X \rightarrow [0, 1]$

Данная функция ставит каждому значению степень принадлежности нечеткому множеству (например, «ликвидность низкая / средняя / высокая», «риск контрагента приемлемый / повышенный»). Это позволяет формализовать именно качественные суждения финансового менеджера. Развитие подхода связано с дополнением экспертных правил методами машинного обучения и переходом к гибридным системам, что подтверждается практикой их применения в финансах [10; 11; 14].

Практика применения экспертных систем по элементам оборотного капитала

Поскольку цикл оборотного капитала складывается из периодов оборота запасов, дебиторской и кредиторской задолженности [15], а сокращение каждого из этих периодов при прочих равных связано с ростом рентабельности [3; 12; 19], практика интеллектуальной автоматизации выстраивается поэлементно. Ниже систематизированы типовые решения по каждому элементу.

Управление запасами. Классический инструментарий – модель оптимального размера заказа:

$Q^* = \sqrt{(2 \cdot D \cdot S / H)},$

где

D – годовая потребность,

S – затраты на размещение заказа,

H – затраты на хранение единицы.

Также применяется ABC/XYZ-классификация номенклатуры по стоимости и стабильности спроса. Ограничение моделей в том, что спрос, сроки поставки и издержки на практике являются неопределенными. Экспертные системы снимают это ограничение, описывая параметры лингвистическими переменными («спрос высокий/нестабильный», «критичность позиции высокая») и вырабатывая рекомендации по уровню страхового запаса и точке заказа на основе нечетких правил [1; 10]. В отечественной практике применение технологий искусственного интеллекта к управлению запасами рассматривается как средство повышения точности прогноза спроса и высвобождения связанного в запасах капитала [5].

Кредитная политика. Предоставление отсрочки, установление кредитного лимита и оценка платежеспособности контрагента по природе экспертны и принимаются в условиях неполной информации. Именно поэтому кредитный анализ стал одной из наиболее ранних и успешных областей применения экспертных систем: продукционные и нечеткие модели формализуют оценку контрагента по набору факторов (финансовое состояние, платежная дисциплина, отраслевые риски) и выдают обоснованное решение о лимите с указанием степени уверенности [1; 14]. Хрестоматийным примером служит система «Authorizer's Assistant» (AA), развернутая компанией American Express в 1988–1989 гг. для поддержки авторизации кредитных операций по картам Personal и Gold. Система обрабатывала запросы авторизации и выдавала оператору обоснованные рекомендации по одобрению или отклонению операции, выступая инструментом поддержки принятия решений [13]. AA считается одной из наиболее успешных продукционных экспертных систем конца 1980-х годов.

Современные системы искусственного интеллекта развивают этот подход, оценивая финансовое состояние дебиторов на уровне, сопоставимом с экспертным [6], что сокращает долю просроченной задолженности и ускоряет ее оборот.

Управление денежными средствами. Здесь экспертные системы функционируют как системы поддержки принятия решений (DSS), обеспечивая прогноз денежных потоков, ведение платежного календаря и раннее выявление кассовых разрывов. Прогнозная составляющая все чаще опирается на методы нечеткой логики, устойчивые к зашумленности и нестабильности финансовых временных рядов [10], а интеллектуальная обработка отчетности ускоряет анализ ликвидности и выявление аномалий [6]. Результатом становится синхронизация входящих и исходящих потоков и снижение как избыточных остатков, так и риска неплатежеспособности.

Управление кредиторской задолженностью. Задача состоит в максимальном использовании отсрочки поставщиков без потери скидок за раннюю оплату и без ущерба для деловой репутации. Экспертная система формализует этот компромисс в виде правил, увязывающих условия договоров, стоимость капитала и график платежей, и рекомендует оптимальные сроки расчетов; удлинение периода оборота кредиторской задолженности напрямую сокращает финансовый цикл [15] и высвобождает денежные средства.

Отечественная практика применения. Торговая сеть X5 с 2019 г. развивает собственную платформу прогнозирования на основе машинного обучения, которая рассчитывает объем продаж по каждому магазину и дню и на этой основе управляет пополнением запасов, а сопутствующие модели выявляют нетипичное отсутствие продаж по позиции и сигнализируют персоналу. Экономический механизм здесь прямой и укладывается в логику цикла оборотного капитала: точный прогноз с учетом влияния промоакций на структуру спроса снижает как избыточные запасы и списания, так и потерянные продажи, то есть одновременно сокращает период оборота запасов и защищает выручку. Показательно, что эффект вышел на уровень финансового результата: снижение товарных потерь за счет инструментов прогнозирования названо компанией одним из факторов роста валовой рентабельности [18].

Еще более показателен с точки зрения импортозамещения проект сети «Магнит», с 2024 г. внедряющей собственную систему прогнозирования спроса и пополнения запасов (F&R) – по заявлению компании, первый в России проект полностью отечественного программного обеспечения такого масштаба с ожидаемым экономическим эффектом в десятки миллиардов рублей [7]. Отраслевые оценки подтверждают устойчивость эффекта: внедрение искусственного интеллекта в прогнозирование спроса и автоматическое пополнение запасов сопровождается снижением операционных затрат и высвобождением капитала, связанного в запасах [5].

Отечественным аналогом хрестоматийного кейса American Express выступает практика интеллектуальной оценки контрагентов в российском банковском секторе. По данным на 2024 г., ПАО «Сбербанк» принимает решения о розничном кредитовании физических лиц полностью с использованием искусственного интеллекта, а более 80% решений по кредитованию малого и микробизнеса и краткосрочному кредитованию среднего и крупного бизнеса также проводится с помощью ИИ. При кредитовании юридических лиц интеллектуальные модели структурируют сделку, анализируют риски и проверяют деловую репутацию контрагента, причем качество такого кредитного портфеля оценивается как более высокое по сравнению с решениями, принятыми вручную [4].

Аналогичные скоринговые модели машинного обучения, прогнозирующие вероятность дефолта и рассчитывающие кредитный лимит на основе кредитной истории, транзакционной активности и публикуемой отчетности, применяет ПАО «ВТБ» [4].

Управление денежными средствами (третий элемент оборотного капитала) в отечественной практике интеллектуализируется скорее диффузно: через развитие корпоративного казначейства и специализированных сервисов прогнозирования, а не через отдельные флагманские си-

стемы. Автоматизация казначейской функции и прогнозирование денежных потоков предлагаются как типовыми платформами (в частности, решениями на базе «1С» и интеграторами корпоративного казначейства), так и консалтинговыми методиками, нацеленными на синхронизацию входящих и исходящих потоков, на определение оптимального остатка денежных средств и предотвращение кассовых разрывов [8]. Экономический смысл здесь тот же: повышение точности прогноза потоков позволяет удерживать меньший неснижаемый остаток денежных средств без роста риска неплатежеспособности, высвобождая ликвидность в оборот [5]. Отечественная практика пока не выработала публично документированных кейсов, сопоставимых по масштабу с проектами в управлении запасами, что дополнительно подтверждает перспективность направления.

Экономический механизм наблюдаемого эффекта удобно проследить через период оборота запасов (Days Inventory Outstanding, DIO), равный отношению средней величины запасов к себестоимости продаж, умноженному на число дней периода. Повышение точности прогноза спроса снижает среднюю величину запасов, а значит, уменьшает DIO и – при неизменных периодах оборота дебиторской и кредиторской задолженности – сокращает совокупный финансовый цикл. Одновременно сокращение списаний по неликвидным и просроченным позициям снижает потери, а высвобождаемые из запасов средства могут быть направлены на погашение краткосрочных обязательств или вовлечены в оборот. Именно поэтому улучшение прогнозирования, достигнутое X5 и «Магнитом», проявляется и в операционных, и в финансовых показателях.

Анализ позволяет сделать три вывода. Во-первых, российская практика подтверждает теоретический тезис о сокращении цикла оборотного капитала через интеллектуальное управление запасами [3; 12]. Во-вторых, центр тяжести смещается к гибридным решениям на основе машинного обучения, сохраняющим, однако, ту же управленческую логику – обоснованную оптимизацию элемента оборотного капитала. В-третьих, отечественные примеры наиболее зрелы в управлении запасами и в кредитно-скоринговой оценке контрагентов в банковском секторе, тогда как применение интеллектуальных систем в нефинансовых компаниях представлено слабее, что указывает на перспективное направление развития.

Таблица 1

Типология решений на базе экспертных систем по элементам оборотного капитала

Элемент оборотного капитала	Ключевая задача	Метод / алгоритм ЭС	Эффект
Запасы	Уровень запасов, точка заказа, страховой запас	EOQ и ABC/XYZ; нечеткие продукционные правила	Снижение излишков, сокращение периода оборота запасов
Дебиторская задолженность	Кредитный лимит, оценка контрагента	Продукционные и нечеткие модели кредитного скоринга	Снижение просрочки, ускорение инкассации
Денежные средства	Прогноз потоков, платежный календарь	DSS, нечеткое прогнозирование временных рядов	Синхронизация потоков, предотвращение кассовых разрывов
Кредиторская задолженность	Оптимизация сроков расчетов	Правила «условия договора - стоимость капитала»	Удлинение оборота, высвобождение средств

Все четыре элемента подчинены единой логике – сокращению финансового цикла при удержании приемлемого уровня ликвидности.

Оценка эффективности и ограничения экспертных систем

Совокупный эффект проявляется по нескольким направлениям. Финансовый результат – ускорение оборачиваемости и сокращение цикла оборотного капитала, а следовательно, высвобождение связанных в нем денежных средств и снижение потребности в заемном финансировании [5; 9]. Управленческий результат – повышение скорости и обоснованности решений, их воспроизводимость. Кейс American Express подтверждает достижимость этих эффектов в промышленном масштабе [13].

Вместе с тем «классические» экспертные системы обладают известными ограничениями. Первое – «хрупкость» (brittleness): система надежно работает лишь в пределах заложенных в нее ситуаций и непредсказуемо ведет себя за их границами. Второе – «узкое место» инженерии знаний (knowledge acquisition bottleneck): извлечение и формализация знаний эксперта трудоемки и дороги, а база правил при росте предметной области усложняется комбинаторно [1]. Третье – статичность: продукционная система не обучается на новых данных и требует ручного сопровождения [17]. Поэтому в чистом виде правиловые системы все чаще уступают место комбинированным решениям.

По сравнению с ними методы машинного обучения (ML) выявляют закономерности непосредственно из данных, обладают адаптивностью и нередко превосходят экспертные правила по точности прогноза [6; 14]. Однако их слабое место зеркально: ML-модели чаще всего непрозрачны («черный ящик»), тогда как в финансовой сфере решение по кредитному лимиту или уровню запасов должно быть объяснимо перед менеджментом, аудитором и регулятором. Таким образом, экспертные системы и машинное обучение оказываются взаимодополняющими: первые дают объяснимость, вторые – адаптивность и точность.

Следует подчеркнуть, что количественная оценка эффекта внедрения экспертных систем сопряжена с методической трудностью: улучшение показателей оборачиваемости определяется не только качеством системы, но и рыночной конъюнктурой, отраслевой спецификой и качеством исходных данных. Поэтому эффект чаще описывается качественно – через повышение обоснованности и скорости решений, снижение зависимости от отдельного эксперта и стандартизацию управленческих практик. Организационным ограничением выступает и необходимость постоянного сопровождения базы знаний: без регулярной актуализации правил система быстро теряет адекватность в меняющейся экономической среде.

Перспективы: гибридные и объяснимые интеллектуальные системы

Логичным ответом на взаимодополняющий характер двух подходов становится их интеграция в гибридные интеллектуальные системы. Наиболее распространенная архитектура сочетает нечеткую логику и машинное обучение (нейро-нечеткие модели, ANFIS), в которых машинное обучение настраивает функции принадлежности и правила по данным, сохраняя интерпретируемую нечетко-продукционную оболочку [10; 11; 14]. Применительно к оборотному капиталу это означает разделение труда: модели машинного обучения прогнозируют спрос, платежную дисциплину контрагентов и денежные потоки, а экспертно-правиловый слой накладывает управленческие ограничения и формирует обоснованные, проверяемые рекомендации.

Ключевым направлением, восстанавливающим прозрачность интеллектуальных систем, выступает объяснимый искусственный интеллект (explainable AI, XAI). Для управления оборотным капиталом перспектива состоит в построении гибридных объяснимых систем, которые соединяют точность прогноза с обоснованностью решения по каждому его элементу [5].

В отечественном контексте внедрение гибридных интеллектуальных систем управления оборотным капиталом связывается прежде всего с автоматизацией прогнозирования спроса и денежных потоков и с интеграцией таких систем в контуры корпоративного финансового планирования.

Заключение

Проведенный анализ позволил систематизировать практику применения экспертных систем в управлении оборотным капиталом предприятия. Обобщены архитектура и принципы работы таких систем и предложена типология решений по четырем элементам оборотного капитала; на отечественных кейсах (X5, «Магнит») показано, что интеллектуальное управление запасами реально сокращает связанный в них капитал и выходит на уровень финансового результата. Оценка эффекта показала, что применение экспертных систем ведет к ускорению оборачиваемости, высвобождению денежных средств и повышению обоснованности управленческих решений, а их ограничения – «хрупкость», трудоемкость инженерии знаний и статичность – закономерно обусловливают переход к гибридным объяснимым системам, сочетающим экспертные правила с машинным обучением. Научная новизна работы состоит в систематизации практики и типологии применения экспертных систем в данной предметной области. Дальнейшие исследования целесообразно направить на распространение этого подхода с управления запасами на дебиторскую задолженность и денежные средства и на оценку его эффективности на отечественных данных.

Литература

1. Абрахам А. Экспертные системы на основе правил / пер. с англ. // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2013. – № 3 (30). https://elibrary.ru/rclbwb

2. Бланк И. А. Финансовый менеджмент: учебный курс. – Киев: Ника-Центр, Эльга, 2004. – 656 с.

3. Волков Д. Л., Никулин Е. Д. Управление оборотным капиталом: анализ влияния финансового цикла на рентабельность и ликвидность компаний // Вестник СПбГУ. Серия 8: Менеджмент. – 2012. – Вып. 2. – С. 3–32. https://elibrary.ru/pbhldh

4. Как банки используют искусственный интеллект в обслуживании бизнеса [Электронный ресурс] // Ведомости. Капитал. – 14.04.2024. – URL:

https://www.vedomosti.ru/kapital/trends/articles/2024/04/14/1031785-kak-banki-ispolzuyut-iskusstvennii-intellekt-v-obsluzhivanii-biznesa (дата обращения: 07.07.2026).

5. Квочкина В. И., Квочкин А. Н., Дубовицкая Е. С. Использование потенциала искусственного интеллекта в управлении оборотным капиталом организации // Наука и Образование. – 2026. – Т. 9, № 2. https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/8673

6. Коваленко А. В., Третьякова С. Н., Линкевич Е. Ф. Системы искусственного интеллекта для оценки корпоративных финансов // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 6 (56). – С. 814–820. https://elibrary.ru/ityoxt

7. «Магнит» разрабатывает собственную систему F&R [Электронный ресурс]: пресс-релиз ПАО «Магнит» от 09.10.2024. – URL: https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-razrabatyvaet-sobstvennuyu-sistemu-f-r/ (дата обращения: 07.07.2026).

8. Прогнозирование денежных потоков и автоматизация казначейства: зачем и как внедрять. – РБК. – МКСКОМ. – 2025. – URL: https://companies.rbc.ru/news/QKFp8Bfphy/avtomatizatsiya-kaznachejstva-zachem-i-kak-vnedryat/ (дата обращения 07.07.2026).

9. Романовская М. А., Соколова Е. Н. Повышение эффективности управления оборотным капиталом предприятия // Вестник науки. – 2024. – № 11 (80), т. 4. – С. 193–199. https://elibrary.ru/rncebm

10. Томин С. В. Использование нечеткой логики для прогнозирования на финансовом рынке // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2002. – № 6. https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-nechetkoy-logiki-dlya-prognozirovaniya-na-finansovom-rynke

11. Chourmouziadis K., Chatzoglou P. D. An intelligent short term stock trading fuzzy system for assisting investors in portfolio management // Expert Systems with Applications. – 2016. – Vol. 43. – P. 298–311. – DOI: 10.1016/j.eswa.2015.07.063. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.07.063

12. Deloof M. Does working capital management affect profitability of Belgian firms? // Journal of Business Finance & Accounting. – 2003. – Vol. 30, № 3–4. – P. 573–587. – DOI: 10.1111/1468-5957.00008. https://doi.org/10.1111/1468-5957.00008

13. Dzierzanowski J. M., Chrisman K., MacKinnon G., Klahr P. The Authorizer's Assistant: A Knowledge-Based Credit-Authorization System for American Express // Proceedings of IAAI-89. Menlo Park, CA, AAAI Press, 1989. https://aaai.org/papers/028-iaai89-028-iaai89/

14. Janková Z., Dostál P. Type-2 Fuzzy Expert System Approach for Decision-Making of Financial Assets and Investing under Different Uncertainty. Mathematical Problems in Engineering, 2021, art. 3839071. DOI: 10.1155/2021/3839071 https://doi.org/10.1155/2021/3839071

15. Richards V. D., Laughlin E. J. A Cash Conversion Cycle Approach to Liquidity Analysis // Financial Management. – 1980. – Vol. 9, № 1. – P. 32–38. https://doi.org/10.2307/3665310

16. Shin H. H., Soenen L. Efficiency of Working Capital and Corporate Profitability // Financial Practice and Education. – 1998. – Vol. 8. – P. 37–45.

17. Waterman D. A. A Guide to Expert Systems. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1985. – 419 p.

18. X5 Group. Годовой отчет за 2024 год [Электронный ресурс]. – URL: https://www.x5.ru/ru/investors/reports/ (дата обращения: 07.07.2026).

19. Yazdanfar D., Öhman P. The impact of cash conversion cycle on firm profitability // International Journal of Managerial Finance. – 2014. – Vol. 10, № 4. – P. 442–452. – DOI: 10.1108/IJMF-12-2013-0137. https://doi.org/10.1108/IJMF-12-2013-0137

20. Zadeh L. A. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – Vol. 8, № 3. – P. 338–353. https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X

Analysis of working capital management practice based on expert systems

Spiridonov E.E.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The paper systematises the practice of applying expert systems to enterprise working capital management. It outlines the architecture and operating principles of such systems, focusing on the analysis of application practice across working capital components, including domestic case studies. The effects and limitations of adoption are assessed, and a shift towards hybrid explainable intelligent systems is substantiated.

Keywords: decision support, fuzzy logic, cash conversion cycle, artificial intelligence, inventory management, hybrid intelligent systems.

References

1. Abraham, A. (2013). Rule-based expert systems. *Bulletin of Pacific National University,* 3(30). [In Russian]
2. Blank, I. A. (2004). *Financial management: A training course.* Kyiv: Nika-Center, Elga. [In Russian]
3. Volkov, D. L., & Nikulin, E. D. (2012). Working capital management: Analysis of the impact of the financial cycle on company profitability and liquidity. *Vestnik of Saint Petersburg University. Management,* (2), 3–32. [In Russian]
4. How banks use artificial intelligence in business services (2024, April 14). *Vedomosti. Kapital.* Retrieved July 7, 2026, from https://www.vedomosti.ru/kapital/trends/articles/2024/04/14/1031785-kak-banki-ispolzuyut-iskusstvennii-intellekt-v-obsluzhivanii-biznesa [In Russian]
5. Kvochkina, V. I., Kvochkin, A. N., & Dubovitskaya, E. S. (2026). Using the potential of artificial intelligence in the organization's working capital management. *Science and Education,* 9(2). [In Russian]
6. Kovalenko, A. V., Tretyakova, S. N., & Linkevich, E. F. (2024). Artificial intelligence systems for corporate finance assessment. *Natural-Humanitarian Studies,* 6(56), 814–820. [In Russian]
7. "Magnit" is developing its own F&R system (2024, October 9). *Press release of PJSC "Magnit".* Retrieved July 7, 2026, from https://www.magnit.com/ru/media/press-releases/magnit-razrabatyvaet-sobstvennuyu-sistemu-f-r/ [In Russian]
8. Cash Flow Forecasting and Treasury Automation: Why and How to Implement. RBC, MSKCOM, 2025. Retrieved July 7, 2026, from https://companies.rbc.ru/news/QKFp8Bfphy/avtomatizatsiya-kaznachejstva-zachem-i-kak-vnedryat/ [In Russian]
9. Romanovskaya, M. A., & Sokolova, E. N. (2024). Improving the efficiency of enterprise working capital management. *Bulletin of Science*, 11(80), Vol. 4, 193–199. [In Russian]
10. Tomin, S. V. (2002). Using fuzzy logic for forecasting in the financial market. *Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal),* (6). [In Russian]
11. Chourmouziadis K., Chatzoglou P. D. An intelligent short term stock trading fuzzy system for assisting investors in portfolio management // Expert Systems with Applications. – 2016. – Vol. 43. – P. 298–311. – DOI: 10.1016/j.eswa.2015.07.063.
12. Deloof M. Does working capital management affect profitability of Belgian firms? // Journal of Business Finance & Accounting. – 2003. – Vol. 30, № 3–4. – P. 573–587. – DOI: 10.1111/1468-5957.00008.
13. Dzierzanowski J. M., Chrisman K., MacKinnon G., Klahr P. The Authorizer's Assistant: A Knowledge-Based Credit-Authorization System for American Express // Proceedings of IAAI-89. Menlo Park, CA, AAAI Press, 1989.
14. Janková Z., Dostál P. Type-2 Fuzzy Expert System Approach for Decision-Making of Financial Assets and Investing under Different Uncertainty. Mathematical Problems in Engineering, 2021, art. 3839071. DOI: 10.1155/2021/3839071
15. Richards V. D., Laughlin E. J. A Cash Conversion Cycle Approach to Liquidity Analysis // Financial Management. – 1980. – Vol. 9, № 1. – P. 32–38.
16. Shin H. H., Soenen L. Efficiency of Working Capital and Corporate Profitability // Financial Practice and Education. – 1998. – Vol. 8. – P. 37–45.
17. Waterman D. A. A Guide to Expert Systems. – Reading, MA: Addison-Wesley, 1985. – 419 p.
18. X5 Group. Annual report for 2024. Retrieved July 7, 2026, from https://www.x5.ru/ru/investors/reports/ [In Russian]
19. Yazdanfar D., Öhman P. The impact of cash conversion cycle on firm profitability // International Journal of Managerial Finance. – 2014. – Vol. 10, № 4. – P. 442–452. – DOI: 10.1108/IJMF-12-2013-0137.
20. Zadeh L. A. Fuzzy Sets // Information and Control. – 1965. – Vol. 8, № 3. – P. 338–353.

Зелёная экономика в РФ: становление, достижения и проблемы

Тесленко Ирина Борисовна
доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, iteslenko@inbox.ru

Статья посвящена рассмотрению вопросов формирования в России основ зелёной экономики. Актуальность темы обусловлена наличием комплекса глобальных вызовов, связанных с изменением климата, экологическими рисками и необходимостью реализации целей устойчивого развития.
В статье обозначены основные этапы развития концепции зелёной экономики, подчеркнута неравномерность их практической реализации в разных странах.
Кратко представлена история становления зелёной экономики в России; дан обзор формирования законодательных основ зелёного перехода; приведены примеры зелёных достижений в стране. Обобщены основные проблемы и барьеры на пути создания зелёной экономики, названы ее основные направления развития и обоснованы потенциальные возможности их реализации.
В заключении сделан вывод о важности комплексного подхода к решению имеющихся проблем и ведущей роли государства в регулировании зеленого перехода.
Ключевые слова: зелёная экономика, зелёный переход, институциональные основы зелёной экономики, возобновляемые источники энергии, национальный проект «Экологическое благополучие».

Введение

Термин «зелёная экономика» стал использоваться в научных кругах с 1989 г., хотя осознание масштабности негативного влияния человека на окружающую среду пришло значительно раньше. А.А. Лагутенков и Д.Г. Родионов предложили периодизацию эволюции зелёной экономики, включающую четыре этапа: 1 этап (античность - 1945 г.) - окружающая среда воспринималась как неограниченный экономический ресурс; 2 этап (1940-е-1970-е гг.) - регулирование государством охраны окружающей среды и сохранения экосистемы, 3 этап (1980-е-2010-е гг.) - развитие корпоративной социальной ответственности бизнеса по отношению к окружающей природе, 4 этап (2010-е годы - по настоящее время) - повышение ответственности потребителей (домашних хозяйств) по отношению к охране окружающей среды и стремление к сохранению экосистемы [1].

Используя подход авторов, можно отметить, что активизация усилий по формированию зелёной экономики началась в конце второго – начале третьего этапа ее эволюции. Непосредственным толчком к этому послужило изменение ситуации на мировых рынках в середине 1970-х годов в связи с ростом цен на нефть.

Вскоре после этого в 1972 году на конференции ООН в Стокгольме была создана организация «Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)» для координации усилий по защите окружающей среды, а через 11 лет - Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (WCED, так называемая Комиссия Брундтланд) для решения глобальных экологических проблем и продвижения концепции устойчивого развития.

Последующими важными шагами в продвижении вопросов развития зелёного перебхода стали: Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 год), Киотский протокол (1997 г.), инициатива ЮНЕП «Глобальный новый зелёный курс» (2008 г.), Конференция «Рио+20» (2012 г.), Парижское соглашение (2015 г.), резолюция Генеральной Ассамблеи ООН «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года» (2015 г., Нью-Йорк), которая утвердила 17 целей устойчивого развития (ЦУР ООН) и стала глобальным планом действий для многих стран до 2030 г.

После этого страны начали внедрять собственные программы развития зелёной экономики в разных секторах, что знаменовало переход к системному развитию концепции и превращению ее в глобальный феномен.

Далеко не все страны одновременно и в равной мере начали процесс зелёного перехода. Первыми приступили к нему Германия, Великобритания, Австрия, США, Канада, начав оценивать благосостояние страны с помощью индикатора подлинного прогресса (ИПП) или индекса благополучия (Канада, Германия, Австрия). Этот показатель в отличие от ВВП отражает не только уровень экономического развития, но и экологической обстановки, характеризуя уровень и качество жизни граждан[2]. Своя история зелёного перехода есть и у России.

Методология

Теоретической базой статьи послужили научные исследования по вопросам становления и развития зелёной экономики, выявления ресурсного и технологического потенциала, направлений, инструментов, проблем ее реализации, сопряжения со стратегическими национальными целями, взаимодействия с другими странами для сохранения биоразнообразия на планете.

В качестве аналитической основы работы были использованы нормативно-правовые документы РФ, статистические данные, материалы программных, стратегических документов, содержащие концептуальные подходы к осуществлению зелёного перехода в стране.

В качестве общенаучных методов исследования использовались аналитический и сравнительный анализ, методы систематизации, классификации и обобщения.

Результаты и обсуждение

Считается, что создание зелёной экономики в России началось с 2010 г. До этого времени страна продолжала наращивать объемы добычи нефти, каменного угля и других полезных ископаемых.

Вместе с тем, согласно мнения М.А. Гасанова, М.С. Егоровой, П.А. Глика, переход России к зелёной экономике начался еще в 2005 году, ко-

гда Россия и ряд других стран, входящих в состав ЭСКАТО, стали реализовывать стратегию зелёного роста по следующим направлениям: создание рациональных моделей производства и потребления; программа «озеленения» рынков, основанная на «озеленении» предприятий; создание устойчивой инфраструктуры, основанной на «зелёной» налоговой политике; проведение бюджетных реформ. Несколько позже в свою повестку они дополнительно включили инвестирование в природный капитал и определение показателей качественной и количественной экологической эффективности[2].

С этим можно согласиться, однако, серьезным стимулом для формирования зелёной экономики стали все-таки мировые тенденции (мировой кризис 2008–2009 годов показал, что прежняя модель роста экономики, основанная почти полностью на экспорте сырьевых ресурсов, изжила себя) и государственные решения. Так в 2009 году на Совете ОЭСР 34 страны подписали Декларацию «зелёного роста», а затем приняли Стратегию «зелёного роста», после чего в России значительно вырос интерес к концепциям экологически ориентированного развития и энергоэффективности[3].

В результате в первое десятилетие 2000-х годов в стране начали формироваться институциональные основы зелёного перехода. Были приняты: Указ Президента РФ «О повышении энергетической и экологической эффективности» (2008 г.). Закон об энергоэффективности (2009 год), Энергетическая стратегия России до 2030 года (2010 г.); стали разрабатываться проекты по утилизации и дальнейшему применению попутного нефтяного газа (ПНГ); был сформирован план статистического учёта природоресурсного потенциала России (введен в действие в 2013 г.), впервые был рассчитан индекс благополучия (для обеспеченных граждан).

Формальное закрепление основ зелёной экономики в стране произошло позже в документе «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года (2012 г.), который официально закрепил «зелёный рост» в качестве приоритета национальной безопасности[4].

В 2013 году была принята Декларация о внедрении принципов зелёной экономики в России, нацеленная на рост качества жизни населения на основе создания безопасной для здоровья окружающей среды; высоких темпов развития стратегических для национальной экономики отраслей; бережного и рационального использования природных ресурсов в интересах будущих поколений; выполнения страной международных экологических обязательств[5].

В 2018 году в России стартовал национальный проект «Экология», с 2025 год – это национальный проект «Экологическое благополучие». Основными направлениями проекта являются: ликвидация объектов накопленного вреда окружающей среде, формирование экономики замкнутого цикла, снижение выбросов опасных загрязняющих веществ в атмосферу, экологическое оздоровление водных объектов, сохранение лесов, биологического разнообразия, развитие экологического туризма и экологическое просвещение [6].

В 2021 г. были утверждены критерии проектов устойчивого (в том числе зелёного) развития и требования к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития (Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2021 года № 1587 [7]), цели и основные направления устойчивого (в том числе зелёного) развития Российской Федерации (Распоряжение Правительства РФ от 14 июля 2021 года № 1912-р [8]).

Для реализации мероприятий по данным направлениям государство разработало и использует разные экономические инструменты, такие как: зелёные облигации, зелёное кредитование, зелёная ипотека, субсидии и гранты.

России на пути к созданию зелёной экономики удалось достичь определенных успехов. Этому способствовали реализация стратегических инициатив, проведение исследований и разработок в направлении создания новых технологий, совершенствование нормативной базы, участие в международных проектах. Приведем некоторые примеры.

С 2014 года мощность возобновляемых источников энергии (ВИЭ) выросла в стране в 4,3 раза, а стоимость солнечной и ветровой энергии снизилась на 80% и стала доступнее, чем от новых тепловых станций[9]. Активно развивается производство зелёного водорода и биотоплива из отходов лесной и сельскохозяйственной промышленности [10].

По данным на 1 апреля 2026 года, в России действовало 79 солнечных электростанций (СЭС), 29 ветровых электростанций (ВЭС) и 11 мГЭС (малых гидроэлектростанций)[11]. В 2026 году в секторе ВИЭ в Дагестане был завершен второй этап строительства Новолакской ВЭС (часть Каспийского ветрового кластера), введена в эксплуатацию Дербентская СЭС «Зодиак», готовится запуск Ногайской СЭС[12].

В 2026–2032 годах планируется построить объекты зелёной генерации общей мощностью 258,7 МВт: четыре ветряных объекта в Оренбургской области, солнечные электростанции на Дальнем Востоке, две мГЭС на Северном Кавказе[13].

Исходя из цели достижения углеродной нейтральности к 2060 г. уже сейчас 85% энергобаланса составляют низкоэмиссионные источники (газ, атомная энергия). Такие успехи связаны с тем, что снижение углеродного следа критически важно для экспорта алюминия, удобрений и других товаров[14].

По инициативе общественной пилотной программы «#ЗелёнаяСмена» в стране организуются субботники «Мы за чистоту», экомероприятия «Марафон зелёных дел», акции по высадке деревьев «Сохраним лес», по сбору макулатуры «БумБатл», акции «Вода России» и «Выбираю чистый воздух»[15].

В плане реализации новых технологических инноваций успеха добились некоторые вузы. В частности в рамках программы «Приоритет 2030» в Удмуртском государственном университете (УдГУ) реализуется проект «Новое качество жизни: ответ на современные биоэкологические вызовы», цель которого - сокращение объёма отходов и повышение качества жизни людей в регионе [16]; в Алтайском госуниверситете (АлтГУ) сотрудники и студенты ведут исследования в рамках проекта «Агромодели природно-экологического каркаса уникального биоразнообразия Алтайского края»[17] и др.

Активно используются цифровые технологии. Примером может служить проект Trash for Cash, в котором используются компьютерное зрение и машинное обучение для определения вида отходов и подбора вариантов их утилизации или переработки[18].

Государственной корпорацией «Росатом» построен первый в мире энергоблок с быстрым реактором естественной безопасности. Компания также занимается водородной энергетикой и накоплением энергии[19].

Крупные коммерческие организации также не остаются в стороне, продолжают инвестировать в экологические проекты. Например, «Роснефть» в 2025 году направила на экологические инициативы почти 77 млрд рублей[20].

Можно гордиться тем, что российские компании стали финалистами международного конкурса стран АТЭС по биоциркулярной и зелёной экономике (2024). Это компании по производству мебели и строительных материалов из мицелия грибов и вторичного сырья; по производству искусственной кожи на основе яблочного жмыха[21].

В рамках национального проекта «Экологическое благополучие» в РФ планируется начать реализацию проектов по обращению с твёрдыми коммунальными отходами (ТКО), в ряде регионов страны будет дан старт проектам реконструкции и строительства очистных сооружений, перевода частных домовладений на экологичные виды отопления; запустят программу по созданию и модернизации лесных питомников и объектов семеноводства для улучшения качества посадочного материала для лесовосстановления[22] и др.

В стране продолжается совершенствование институциональных основ зелёного перехода. Так, например, в последние два года были утверждены ставки за негативное воздействие на окружающую среду на период 2026–2030 годов (Распоряжение Правительства РФ №2409-р), введён двойной коэффициент для деятельности на особо охраняемых территориях и механизм ежегодной индексации ставок (Постановление Правительства РФ от 27.12.2025 №2167), внесены поправки в Лесной кодекс РФ (Федеральный закон от 29.09.2025 №363-ФЗ), внесены изменения в Федеральный закон от 29.12.2025 №578-ФЗ - уточнены полномочия органов местного самоуправления, унифицирована терминология, введены правила для климатических проектов и порядок учёта углеродных единиц, утверждена Стратегия развития производства органической продукции до 2030 года (Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2023 года №1788-р [23]) и др.

В плане международной кооперации Россия сотрудничает со странами ЕАЭС, БРИКС и ШОС. участвуя в проектах по адаптации к изменениям климата, формированию комфортной среды для жизни и укреплению здоровья людей [24]. В 2025 году Министерство экономического развития РФ и Министерство энергетики Саудовской Аравии заключили меморандум о взаимопонимании о сотрудничестве в сфере изменения климата и развития с низким уровнем выбросов парниковых газов [25].

Несмотря на определенные успехи, становление зелёной экономики в РФ сталкивается с рядом проблем.

Вот некоторые из них:

- наличие значительных объемов топливно-энергетических ресурсов и их экспорт обеспечивают существенную долю доходов бюджета, и переход к чистым источникам энергии вызывает недовольство хозяйствующих субъектов ТЭК и сопротивление внедрению технологических инноваций,

- переход на ВИЭ требует времени и существенных затрат,

- неравномерность развития территорий с точки зрения инновационных и экологических аспектов,

- несовершенство законодательной базы в плане регулирования правоотношений в сфере экологической безопасности, слабый контроль за соблюдением положений нормативных документов в области защиты окружающей среды,

- отсутствие единых зелёных стандартов для всех отраслей промышленности,

- недостаток финансовых ресурсов компаний для решения экологических вопросов, в том числе из-за высокой стоимости экологических технологий и соответствующего оборудования,

- регуляторные сложности выхода на рынок зелёного финансирования,

- недостаток специалистов в сфере зелёной экономики,

- инерция гражданского общества в плане поддержки экологических инициатив,

- санкционные ограничения (запрет на экспорт в Россию сырья, технологий, оборудования, комплектующих).

Для преодоления названных проблем развития зелёного перехода в стране определены следующие направления действий: развитие возобновляемых источников энергии (солнечной, ветровой, приливной, атомной, био-, гидро - и геотермальной), внедрение технологий замкнутого цикла, сохранение биоразнообразия, интеграция принципов ESG в деятельность хозяйствующих субъектов, внедрение, развитие и совершенствование инструментов зелёного финансирования, модернизация производственного комплекса и становление новых отраслей экономики, развитие зелёной инфраструктуры в населенных пунктах, стимулирование экологической деятельности компаний, подготовка кадров в области экологии, зелёных технологий, управления ресурсами, совершенствование законодательных норм, активное внедрение цифровых инструментов.

Направлений развития и задач, стоявших перед Россией при переходе к зелёной экономике, много и они сложные. Тем не менее, у страны есть для этого возможности, подкрепленные ресурсным потенциалом и государственной поддержкой. Вот некоторые аргументы.

Россия обладает существенным потенциалом ВИЭ: она занимает первое место по ресурсам ветра, имеет значительный солнечный потенциал в южных регионах, Забайкалье, Якутии[10].

На финансирование проектов зеленого переход государство до 2030 года запланировано выделить 19 трлн. рублей[26].

В России есть разработки в области экологически чистых технологий. Это технологии улавливания и хранения углерода, гибридные установки (дизель + ВИЭ), которые могут снизить стоимость энергии для удаленных поселков на 30-50% и сократить расход топлива на 70%[27].

Проведенный на Сахалине пилотный проект по достижению углеродной нейтральности оказался успешным. Этот опыт планируется масштабировать на другие регионы – Коми. Татарстан, Якутию [27].

Еще один аргумент в пользу возможности перехода к зелёной экономике - в РФ создана промышленная база для этого: уровень локализации оборудования для ВИЭ достигает 80-90%. В Ульяновске запущено производство композитных ветролопастей АО «Русатом Ветролопасти», в Калининградской области - завод «Энкор» по производству кремниевых пластин и ячеек, завершается строительство завода ПАО «Форвард Энерго» в Тольятти, где будут производиться ветроустановки с единичной мощностью 6,25МВт»[28].

В стране создаются и внедряются образовательные программы и тренинги в рамках проектов, направленных на формирование зелёных навыков. Среди действующих проектов и инициатив можно отметить Международную детско-юношескую премию «Экология - дело каждого», которая объединяет участников из разных стран и регионов РФ.

Заключение

Подводя итог, следует отметить, что Россия, как и многие страны мира, ощущает влияние изменения климата. Поэтому страна присоединилась к Парижскому соглашению по климату и прилагает усилия по сокращению выбросов парниковых газов. Но зелёный переход – это не только борьба с парниковыми газами, это масштабное явление, которое охватывает защиту инфраструктуры от новых климатических угроз, предполагает развитие зелёных технологий в АПК, в переработке отходов и других отраслях, что в целом может снизить потенциальный ущерб для экономики и улучшить качество жизни людей. В этом смысле зелёный переход – это и вызов для страны, и возможность структурной трансформации экономики.

У России есть целый ряд проблем и барьеров на пути к формированию зелёной экономики и в то же время есть воля и потенциал для реализации поставленных задач в области защиты окружающей среды.

Успех зелёного перехода зависит от многих факторов - политических, экономических, институциональных, технологических, социальных. Поэтому важным является комплексный подход к решению поставленных задач с учетом всех факторов влияния. Ведущая роль в реализации этого сложного процесса принадлежит государству с точки зрения координации усилий всех субъектов экономики, обеспечения баланса экономических, социальных и экологических целей, учёта национальных особенностей и глобальных трендов.

Литература

1. А.А. Лагутенков и Д.Г. Родионов. Этапы эволюции и развития «зеленой» экономики. https://cyberleninka.ru; (https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-evolyutsii-i-razvitiya-zelenoy-ekonomiki)

2. Гасанов М.А., Егорова М.С., Глик П.А. Российская практика перехода к «зеленой экономике». https://science-education.ru; (https://science-education.ru/article/view?id=14462)

3. Гусев А.А. Переход к политике зеленого роста в экономике. https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-k-politike-zelenogo-rosta-ekonomiki

4. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. https://prirodnadzor.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/ekologicheskaya-politika/28172-osnovy-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-ekologicheskogo-razvitiya-rossiyskoy-federatsii-na-period-/osnovy-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-ekologicheskogo-razvitiya-rossiyskoy-federatsii-na-period-_131944.

5. "Зеленый свет" "зеленой" экономике: Россия на пути к устойчивому развитию. https://tass.ru/obschestvo/3977766

6. Национальный проект «Экологическое благополучие». http://government.ru/rugovclassifier/919/about/

7. Постановление Правительства РФ от 21 сентября 2021 г. N 1587 "Об утверждении критериев проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации инструментов финансирования устойчивого развития в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями) https://base.garant.ru/402839344/

8. Распоряжение Правительства РФ от 14 июля 2021 г. N 1912-р Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития РФ. https://ww.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401409630/?ysclid=mq3z1qefv6962742744

9. Новак: возобновляемая генерация становится более экономически конкурентоспособной. https://tass.ru/ekonomika/26223277?ysclid=mqgyfps14n540265596

10. Ветер, солнце и вода. Как развиваются возобновляемые источники энергии в России. https://www.angi.ru/news/2925976-Ветер,%20солнце%20и%20вода:%20Как%20развиваются%20возобновляемые%20источники%20энергии%20в%20России/?ysclid=mqgyd2lxz7295075698

11. Статистика ВИЭ. https://rreda.ru/industry/statistics/?ysclid=mqgvu1k54428472589

12. Решение проблемы энергодефицита? В Дагестане завершено строительство Дербентской СЭС мощностью 102,3 МВт: https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/912411-reshenie-problemy-energodefitsita-v-dagestane-zaversheno-stroitelstvo-derbentskoy-ses-moshchnostyu-1/

13. Солнце подогреет энергорынок. https://www.kommersant.ru/doc/8726063?ysclid=mqdpqxhv9749684000

14. Сахалин достиг углеродной нейтральности. https://www.economy.gov.ru/material/news/sahalin_dostig_uglerodnoy_neytralnosti.html?ysclid=mqe0ei3ucu777091826

15. Шесть всероссийских экоакций вошли в единую программу общественной поддержки нацпроекта «Экологическое благополучие» – #ЗелёнаяСмена. https://fadm.gov.ru/news/shest-vserossiyskikh-ekoaktsiy-voshli-v-edinuyu-programmu-obshchestvennoy-podderzhki-natsproekta-eko/?ysclid=mqdqbuhio484704979

16. Программа развития УдГУ на 2021-2030 гг. https://priority2030.udsu.ru/strategicheskie-proekty/novoe-kachestvo-zhizni-otvet-na-sovremennye-bioekologicheskie-vyzovy

17. Минобрнауки России. https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/46222/

18. Инновации для устойчивого будущего: российские проекты в финале конкурса АТЭС по биоциркулярной и зеленой экономике. https://www.economy.gov.ru/material/news/innovacii_dlya_ustoychivogo_budushchego_rossiyskie_proekty_v_finale_konkursa_ates_po_biocirkulyarnoy_i_zelenoy_ekonomike.html?ysclid=mqdv61tl6395662470

19. Максимцев И.А., Костин К.Б. Онуфриева О.А. Коробкова О.Д., Городилов К.А. Инновационное развитие отечественного и мирового энергетического сектора: переход к зеленой энергетике. https://1economic.ru/lib/121094?ysclid=mqdqug7cg931561214

20. Ведущая нефтедобывающая компания России увеличила инвестиции в экологические проекты. https://rg.ru/2026/05/19/vedushchaia-neftedobyvaiushchaia-kompaniia-rossii-uvelichila-investicii-v-ekologicheskie-proekty.html?ysclid=mqdq5xomj711132786&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F

21. Компании из России победили в конкурсе АТЭС по биоциркулярной и зеленой экономике. https://www.economy.gov.ru/material/news/kompanii_iz_rossii_pobedili_v_konkurse_ates_po_biocirkulyarnoy_i_zelenoy_ekonomike.html?ysclid=mqdwx52a10729752587

22. Итоги реализации национального проекта «Экологическое благополучие» в 2025 году. http://admintrg.ru/news/print:page,1,24548-itogi-realizacii-nacionalnogo-proekta-ekologicheskoe-blagopoluchie-v-2025-godu.html?ysclid=mqdpzlcqf370288932

23. Распоряжение Правительства РФ от 4 июля 2023 г. № 1788-р Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 г. https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407297286/?ysclid=mqhsme7kq7691244066

24. Россия усиливает международное сотрудничество по развитию экономики благополучия. https://www.vedomosti.ru/esg/regulation/articles/2025/12/09/1161569-rossiya-usilivaet-mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo-po-razvitiyu-ekonomiki-blagopoluchiya?ysclid=mqdw8mrgh436987491

25. Россия и Саудовская Аравия приступили к сотрудничеству в сфере «зелёной экономики» https://www.economy.gov.ru/material/news/rossiya_i_saudovskaya_araviya_pristupili_k_sotrudnichestvu_v_sfere_zelyonoy_ekonomiki.html?ysclid=mqdwjhptm104828885

26. Россия сохраняет цель углеродной нейтральности к 2060 году. https:///www.kommersant.ru/doc/8317172?ysclid=mqe0bjc31z448116143

27. Перспективы развития экологически чистой энергетики в России и Китае как драйвера роста зеленой экономики. https://naukaru.ru/ru/nauka/article/99584/view?ysclid=mqe0ddqo9n154776270

28. Зеленая экономика пока не созрела. https://www.kommersant.ru/doc/8707947?ysclid=mqe0gbc1da515364919

Green economy in the Russian Federation: formation, achievements and problems

Teslenko I.B.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolay Grigorievich Stoletov

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article focuses on the formation of the green economy in Russia. The relevance of this topic is due to the presence of a complex of global challenges related to climate change, environmental risks, and the need to achieve sustainable development goals.

The article outlines the main stages of the green economy concept development and highlights the unevenness of its practical implementation in different countries.

The article provides a brief overview of the history of the green economy in Russia, an overview of the formation of the legislative framework for the green transition, and examples of green achievements in the country. The article summarizes the main challenges and barriers to the creation of a green economy, identifies its main areas of development, and discusses the potential for their implementation.

In conclusion, the importance of a comprehensive approach to solving existing problems and the leading role of the state in regulating the green transition are highlighted.

Keywords: green economy, green transition, institutional foundations of the green economy, renewable energy sources, national project "Environmental Well-being".

References

1. A. A. Lagutenkov and D. G. Rodionov. Stages of Evolution and Development of the "Green" Economy. https://cyberleninka.ru; (https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-evolyutsii-i-razvitiya-zelenoy-ekonomiki)

2. Gasanov M. A., Egorova M. S., Glik P. A. Russian Practice of Transition to a "Green Economy". https://science-education.ru; (https://science-education.ru/article/view?id=14462)

3. Gusev A. A. Transition to a Green Growth Policy in the Economy. https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-k-politike-zelenogo-rosta-ekonomiki

4. Fundamentals of State Policy in the Field of Environmental Development of the Russian Federation for the Period up to 2030. https://prirodnadzor.admhmao.ru/activity/otraslevye-napravleniya/ekologicheskaya-politika/28172-osnovy-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-ekologicheskogo-razvitiya-rossiyskoy-federatsii-na-period-/osnovy-gosudarstvennoy-politiki-v-oblasti-ekologicheskogo-razvitiya-rossiyskoy-federatsii-na-period-_131944.

5. "Green Light" for a "Green" Economy: Russia on the Path to Sustainable Development. https://tass.ru/obschestvo/3977766

6. National Project "Environmental Well-Being". http://government.ru/rugovclassifier/919/about/

7. RF Government Resolution No. 1587 of September 21, 2021 "On Approval of the Criteria for Sustainable (Including Green) Development Projects in the Russian Federation and the Requirements for the Verification System of Sustainable Development Financing Instruments in the Russian Federation" (as amended and supplemented) https://base.garant.ru/402839344/

8. RF Government Order No. 1912-r of July 14, 2021 "On Approval of the Goals and Main Directions of Sustainable (Including Green) Development of the Russian Federation." https://ww.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401409630/?ysclid=mq3z1qefv6962742744

9. Novak: Renewable Generation is Becoming More Economically Competitive. https://tass.ru/ekonomika/26223277?ysclid=mqgyfps14n540265596

10. Wind, sun, and water. How renewable energy sources are developing in Russia. https://www.angi.ru/news/2925976-Ветер,%20солнце%20и%20вода:%20Кака%20ресня%20прочитать%20прочеты%20прочеты%20энергои%20прочеты%20в%20России/?ysclid=mqgyd2lxz7295075698

11. Renewable energy sources statistics. https://rreda.ru/industry/statistics/?ysclid=mqgvu1k54428472589

12. Solving the energy shortage problem? In Dagestan, construction of the 102.3 MW Derbent Solar Power Plant has been completed: https://neftegaz.ru/news/Alternative-energy/912411-reshenie-problemy-energodefitsita-v-dagestane-zaversheno-stroitelstvo-derbentskoy-ses-moshchnostyu-1/

13. The sun will warm up the energy market. https://www.kommersant.ru/doc/8726063?ysclid=mqdpqxhv9749684000

14. Sakhalin has achieved carbon neutrality. https://www.economy.gov.ru/material/news/sahalin_dostig_uglerodnoy_neutralnosti.html?ysclid=mqe0ei3ucu777091826

15. Six all-Russian environmental campaigns were included in the unified public support program for the national project "Environmental Well-Being" – #GreenChange. https://fadm.gov.ru/news/shest-vserossiyskikh-ekoaktsiy-voshli-v-edinuyu-programmu-obshchestvennoy-podderzhki-natsproekta-eko/?ysclid=mqdqbuhio484704979

16. Udmurt State University Development Program for 2021-2030. https://priority2030.udsu.ru/strategicheskie-proekty/novoe-kachestvo-zhizni-otvet-na-sovremennye-bioekologicheskie-vyzovy

17. Ministry of Education and Science of the Russian Federation. https://www.minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-podvedomstvennykh-uchrezhdeniy/46222/

18. Innovations for a Sustainable Future: Russian Projects in the Finals of the APEC Biocircular and Green Economy Competition. https://www.economy.gov.ru/material/news/innovacii_dlya_ustoychivogo_budushchego_rossiyskie_proekty_v_finale_konkursa_ates_po_biocirkulyarnoy_i_zelenoy_ekonomike.html?ysclid=mqdv61tl6395662470

19. Maksimtsev I.A., Kostin K.B., Onufrieva O.A., Korobkova O.D., Gorodilov K.A. Innovative development of the domestic and global energy sector: transition to green energy. https:// 1economic.ru/lib/121094?ysclid=mqdqug7cg931561214

20. Russia's leading oil producing company has increased investments in environmental projects. https://rg.ru/2026/05/19/vedushchaia-neftedobyvaiushchaia-kompaniia-rossii-uvelichila-investicii-v-ekologicheskie-proekty.html?ysclid=mqdq5xomj711132786&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F

21. Russian companies win APEC competition on biocircular and green economy. https://www.economy.gov.ru/material/news/kompanii_iz_rossii_pobedili_v_konkurse_ates_po_biocirkulyarnoy_i_zelenoy_ekonomike.html?ysclid=mqdwx52a10729752587

22. Results of the implementation of the national project "Environmental Well-Being" in 2025. http://admintrg.ru/news/print:page,1,24548-itogi-realizacii-nacionalnogo-proekta-ekologicheskoe-blagopoluchie-v-2025-godu.html?ysclid=mqdpzlcqf370288932

23. Order of the Government of the Russian Federation of July 4, 2023 No. 1788-r On approval of the Strategy for the development of organic production in the Russian Federation until 2030 https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407297286/?ysclid=mqhsme7kq7691244066

24. Russia strengthens international cooperation to develop a well-being economy. https://www.vedomosti.ru/esg/regulation/articles/2025/12/09/1161569-rossiya-usilivaet-international-cooperation-on-developing-the-economy-of-welfare?ysclid=mqdw8mrgh436987491

25. Russia and Saudi Arabia have begun cooperation in the field of the "green economy" https://www.economy.gov.ru/material/news/rossiya_i_saudovskaya_araviya_pristupili_k_sotrudnichestvu_v_sfere_zelyonoy_ekonomiki.html?ysclid=mqdwjhptm104828885

26. Russia maintains its goal of carbon neutrality by 2060. https:///www.kommersant.ru/doc/8317172?ysclid=mqe0bjc31z448116143

27. Prospects for the Development of Environmentally Friendly Energy in Russia and China as a Driver of Green Economy Growth. https://naukaru.ru/ru/nauka/article/99584/view?ysclid=mqe0ddqo9n154776270

28. The Green Economy Is Not Yet Mature. https://www.kommersant.ru/doc/8707947?ysclid=mqe0gbc1da515364919

Цифровая коммуникационная стратегия как инструмент повышения конкурентоспособности магистерских программ

Трубникова Нина Вадимовна
кандидат философских наук, доцент, зав. кафедрой рекламы и бизнес-коммуникаций, экономический факультет, РУДН, trubnikova-nv@rudn.ru,

Малыгина Ольга Петровна
кандидат технических наук, доцент кафедры рекламы и бизнес-коммуникаций, экономический факультет, РУДН, malygina-op@rudn.ru,

Альмухаметова Карина Денисовна
студентка, программа «Реклама и связи с общественностью», экономический факультет, РУДН, 1132222402@rudn.ru,

Чернуцкий Кирилл Дмитриевич
студент, программа «Реклама и связи с общественностью», экономический факультет, РУДН, 1132221954@rudn.ru

Статья посвящена анализу стратегии и инструментов цифрового продвижения программ магистратуры в контексте повышения их конкурентоспособности на рынке образовательных услуг. В условиях трансформаций высшего образования и изменяющихся представлений о ценности магистратуры в России актуальной целью исследования является возможность адаптации общих положений маркетинга, брендинга и интегрированных коммуникаций вуза к задачам продвижения магистерских программ. Эмпирическая база включает контент-анализ официальных цифровых ресурсов вузов, сравнительный анализ коммуникационных практик ведущих российских вузов, а также результаты анкетирования бакалавров старших курсов и магистрантов. Основой фактических данных также является проект по продвижению магистратуры на экономическом факультете Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы. В ходе исследования определены основные мотивы выбора магистратуры, наиболее значимые каналы коммуникации и проблемные зоны в существующей практике продвижения. Сформулированы рекомендации по совершенствованию цифровой коммуникационной стратегии как инструмента повышения конкурентоспособности магистерских программ.

Ключевые слова: рынок образовательных услуг, магистратура, коммуникационная стратегия, конкурентоспособность образовательной программы, экономическое образование.

Введение

Современный этап развития высшего образования в России характеризуется изменением структуры выпуска бакалавров, специалистов и магистров по направлениям подготовки. По данным статистического сборника индикаторов образования за 2026 год [9], за последние пять лет выпуск по ряду технических, медицинских и психологических направлений увеличился, тогда как по специальностям экономического и управленческого профиля существенно снизился; доля дипломов магистратуры составляет в среднем 22% от общего числа дипломов. Павел Смелов, глава Центра стратегических разработок в интервью РИА отметил, что спрос на экономистов в России ниже предложения из-за избыточности экономических специальностей на рынке труда. Он озвучил тот факт, что «по состоянию на конец 2025 года работодатели заявили в службы занятости потребность в 1,6 миллиона работников, что на 13% меньше, чем годом ранее» [6]. В таких условиях конкуренция между вузами экономического профиля, в том числе и сегменте магистерского образования, вполне закономерно растет.

Магистратура сегодня выступает как самостоятельный образовательный продукт, требующий позиционирования, дифференциации и системной коммуникационной поддержки. Поэтому продвижение программ должно опираться не только на качество обучения, но и на стратегию, формирующую интерес, доверие и вовлеченность целевой аудитории.Решение о поступлении в магистратуру принимается под воздействием комплекса факторов: репутации вуза, ценности образовательной программы, карьерных перспектив, стоимости обучения, международной составляющей, связи с работодателями и качества коммуникации в цифровых и офлайн-каналах. Потенциальный магистрант оценивает также цифровое присутствие образовательной организации: удобство навигации, регулярность обновления информации, активность социальных медиа, наличие карьерных и научных кейсов. Поэтому коммуникационная активность в рамках единой цифровой воронки — от первого контакта с информацией о программе до подачи документов — становится механизмом повышения конкурентоспособности образовательной организации.

Стандартная практика продвижения образовательных программ часто сводится к передаче сведений о сроках приема, перечне программ и организационных условиях поступления. Говоря о РУДН как об одном из ведущих вузов с разветвленной системой магистратур, можно отметить, что сайт приемной комиссии университета [15] достаточно полноценно представляет все образовательные программы, включая учебные планы, описание образовательного процесса и информацию о ведущих преподавателях. Однако в условиях современной цифровой среды, в которую погружены молодые люди, такой подход ограничен, поскольку обеспечивает коммуникацию преимущественно в финальной точке контакта и не охватывает всего пути абитуриента.

Для экономического факультета РУДН данная проблематика особенно значима, поскольку продвижение магистратуры осуществляется в условиях высокой конкуренции со стороны ведущих российских вузов, активно использующих цифровые коммуникации. Практика показывает, что коммуникация с абитуриентами магистерских программ существенно отличается от коммуникации с абитуриентами бакалавриата по каналам, стилю и значимым факторам в информационном потоке сообщений. Цель исследования состоит в выявлении и обосновании эффективных элементов коммуникационной стратегии продвижения программ магистратуры в современных условиях на примере экономического факультета РУДН.

Для достижения поставленной цели необходимо было определить особенности целевой аудитории магистратуры и факторы, влияющие на выбор программы и вуза; проанализировать действующие каналы и форматы коммуникации экономического факультета РУДН; выявить сильные и слабые стороны существующей практики продвижения; предложить рекомендации по совершенствованию коммуникационной стратегии.

Материалы и методы

В основу исследования положена гипотеза о том, что эффективность продвижения программ магистратуры экономического факультета РУДН определяется не столько интенсивностью информирования,

сколько качеством коммуникационного воздействия, учитывающего медиапотребление целевой аудитории, репутационные ожидания и согласованность сообщений в различных каналах на всем пути абитуриента.

Эмпирическую базу исследования составили официальные коммуникационные ресурсы экономического факультета РУДН, включая сайт факультета, страницы факультета и профильных кафедр в социальных медиа, публикации о программах магистратуры; открытые материалы вузов-конкурентов, реализующих магистерские программы экономического профиля; результаты анкетирования студентов старших курсов бакалавриата и первого курса магистратуры экономического факультета РУДН.

Контент-анализ сайтов факультета и выпускающих кафедр, страниц в социальных медиа

Контент-анализ показал, что официальные страницы программ магистратуры экономического факультета РУДН и страницы кафедр выполняют прежде всего справочную функцию. Они содержат описания программ, требования и контакты, но редко создают ощущение живой образовательной среды.Наиболее сильный отклик вызывают персонализированные публикации: достижения студентов, информация об участии в мероприятиях. Формальные новости и объявления дают значительно меньшую вовлеченность. Следовательно, для продвижения магистратуры важен не только регулярный постинг, но и качественный контент, позволяющий абитуриенту представить себя внутри программы и увидеть ее результат.

Отдельно следует отметить проблему разрозненности информации о программах на страницах официального сайта приемной комиссииРУДН, экономического факультета, рекламном лендинге программ экономического факультета, кафедральных сайтах и в социальных медиа.Стратегическая задача состоит не только в развитии каждого канала, но и в связывании их в понятный маршрут и формировании коммуникации во всех точках касания на пути клиента.

Сравнительный анализ коммуникационных практик топ-5 ведущих российских вузов экономического профиля

Выбор первой пятерки вузов экономического профиля был сделан с учетом предметного рейтинга RAEX по экономике за 2025 год [2] и интегрального рейтинга эффективности коммуникаций российских университетов Brand Analytics [10]. Для анализа были выбраны МГУ, НИУ ВШЭ, РАНХиГС, СПбГУ и РЭУ им. Г. В. Плеханова как вузы, совмещающие сильную экономическую школу с выраженной медиаактивностью.

Для всех пяти вузов характерны интегральный подход к коммуникациям, сочетание официальных сайтов, порталов программ и медиапроектов с активной работой в социальных медиа, высокая цифровая плотность, репутационный фокус и развитая событийная коммуникация. Анализ показал, что коммуникации выстроены вокруг научной продуктивности, позиций в рейтингах, карьерных траекторий выпускников, дней открытых дверей, олимпиад, конференций и карьерных мероприятий.

Анкетирование абитуриентов и студентов магистратуры

Анкетирование позволило выявить, как потенциальные абитуриенты и студенты, уже обучающиеся в магистратуре, относятся к второй ступени высшего образования, какие факторы значимы при принятии решения о поступлении.

В опросе в апреле 2026 года участвовали студенты 3 и 4 курса бакалавриата экономического факультета РУДН: 145 человек на направлении «Экономика», 56 человек на направлении «Менеджмент» и 94 магистранта первого курса. Разделение выборки важно, поскольку бакалавры находятся на этапе выбора будущей профессиональной траектории, а магистранты уже прошли путь принятия решения и могут указать факторы, реально повлиявшие на поступление.

Среди студентов направления «Экономика» 48% указали, что хотят продолжить обучение в магистратуре, 36% планируют начать карьеру по специальности, 17% пока рассматривают разные варианты. Среди студентов направления «Менеджмент» желание продолжить обучение в магистратуре отметили 39%, начать карьеру по специальности – 38%, а доля неопределившихся составила 34%. Эти данные показывают, что магистратура конкурирует не только с программами других вузов, но и частично — с выходом на рынок труда, особенно среди студентов управленческого профиля.

Мотивация бакалавров имеет выраженный карьерный характер. Быстрый карьерный рост и выход на более высокие позиции как возможность магистратуры отметили 52% студентов направления «Экономика» и 55% студентов направления «Менеджмент». Расширение профессиональных связей выбрали 31% будущих экономистов и 34% будущих менеджеров. Возможность сменить специализацию внутри профессии важна для 28% бакалавров направления «Экономика» и 39% студентов направления «Менеджмент». Научная траектория заметно менее значима: возможность заниматься наукой или поступить в аспирантуру выбрали только 20% экономистов и 14% менеджеров.

При выборе программы студенты обращают внимание на содержание обучения, престиж вуза, стоимость и международную составляющую. Для бакалавров направления «Экономика» самым частым ответом стало содержание программы – 57%, далее следуют престиж вуза и его рейтинги – 45%, стоимость обучения и скидки – 41%, международные возможности – 40%. Для студентов бакалавриата направления «Менеджмент» на первом месте престиж вуза – 55%, затем содержание программы – 48%, международная составляющая – 32%, преподавательский состав – 29%. Это означает, что программа должна быть подробно описана через понятное содержание и статус, а не только через формальные параметры поступления.

Ответы магистрантов позволяют увидеть факторы фактического выбора. Репутация и престиж РУДН или экономического факультета повлияли на 54% опрошенных, содержание учебной программы – на 34%, международная составляющая – на 26%, отзывы студентов или выпускников – на 26%, перспективы карьерного роста – на 23%. Перспективы научной деятельности отметили 13%, а преподавательской – 10%. Эти результаты подтверждают, что магистратура воспринимается преимущественно как инструмент профессионального и карьерного роста, а не как начало академической карьеры.

Источники информации, которые помогли магистрантам определиться с выбором вуза и программы, распределены неравномерно. Сайт РУДН и Telegram указали 70% респондентов, поисковые системы Яндекс — 61%, Google — 47%, агрегатор «Поступи онлайн» — 42%, личное общение с преподавателями или научным руководителем — 37%, соцсеть ВКонтакте — 35%. Сайт admission.rudn.ru отметили 27%, сайт экономического факультета — 22%, мероприятия факультета — 23%. Дзен как прямой источник информации назвали только 5%, однако его значение может проявляться не в прямом переходе, а в поисковой выдаче через статьи с прикладными темами.

На вопрос о том, что сделало бы информацию о магистратуре понятнее, магистранты чаще всего выбирали актуальные каналы в Telegram и ВКонтакте с новостями и возможностью задать вопрос – 53%, чёткий структурированный раздел на сайте – 49%, короткие форматы с ключевой информацией и историями студентов – 32%, единый чат для вопросов по магистратуре – 32%, больше информации о карьерных итогах – 32%. Эти ответы совпадают с результатами контент-анализа: аудитория нуждается в более понятной навигации, более живом контенте и более быстрой обратной связи.

Литературный обзор

Существенный вклад в разработку теоретических основ маркетинговых коммуникаций высшего образования внесла монография Д. Шевченко «Маркетинг университета», в которой вуз рассматривается как субъект конкурентного образовательного рынка, использующий маркетинговые инструменты не только для привлечения абитуриентов, но и для стратегического управления репутацией [19]. Развитие этого подхода представлено в коллективном издании «Маркетинг университетов: от теории к практике», подготовленном в НИУ ВШЭ, где собраны современные теории и прикладные практики университетского маркетинга [4]

Монография «Смарт-образование в цифровом обществе» делает акцент на социальных вызовах современной образовательной среды, цифровизации как образования, так и медийных институтов, которые транслируют информацию о вузах [14]. Теоретическое и методологическое осмысление коммуникационной среды современного университета представлено в монографии «Формирование коммуникативной среды современного вуза», где вуз интерпретируется как система открытого типа со своей функциональной структурой, стратегиями и каналами взаимодействия [8].

В профессиональной периодике М. А. Косяков и Т. Т. Шайдулина обосновывают идею , что конкурентоспособность университета всё в большей степени зависит от способности выстраивать устойчивые отношения с целевыми аудиториями в цифровой среде [11], а М. В. Гундарини соавторы акцентируют внимание на разработке коммуникационных стратегий университета на основе системы интегрированных коммуникаций [7].

Для рассматриваемой темы важны публикации, посвященные самой магистратуре как специфическому уровню образования в России. В статье «Развитие магистерского образования в России» анализируется эволюция магистратуры в течение тридцати лет и фиксируются содержательные изменения в её функциях и общественном восприятии [3]. Современный контекст усиливается и в публикациях 2026 года, где отме-

чается, что в России магистратура всё чаще воспринимается как продолжение бакалавриата, а не как самостоятельный и углубленный уровень подготовки. Таким образом, российские публикации о развитии магистратуры создают необходимый институциональный фон для анализа коммуникационной стратегии её продвижения [15].

Анализ показывает, что в отечественной научной литературе уже сформированы три ключевые линии исследования: маркетинг университета как система стратегического управления, коммуникационная среда вуза как интегрированное пространство взаимодействия и продвижение образовательных программ как комплекс рекламных, PR- и брендинговых практик в цифровой среде. Вместе с тем в информационном поле сравнительно мало работ, специально посвященных коммуникационной стратегии продвижения магистерских программ на конкретном полевом материале.

В этой связи научная и практическая значимость представленного исследования состоит в адаптации общих положений маркетинга университета, брендинга и интегрированных коммуникаций к конкретной задаче продвижения магистерских программ экономического факультета РУДН в условиях высокой конкуренции на образовательном рынке и изменяющихся представлений о ценности магистратуры в России.

Результаты

Целевую аудиторию магистратуры экономического факультета РУДН можно разделить на несколько групп: внутреннюю профильную аудиторию — выпускников бакалавриата экономического факультета РУДН; внешнюю профильную аудиторию — выпускников экономических и смежных направлений других вузов; непрофильную аудиторию, имеющую неэкономическое образование и ориентированную на смену профессиональной траектории. Для первой группы магистратура является продолжением обучения, для второй — способом получить диплом престижного вуза, для третьей — возможностью освоить новую область. Возможные изменения законодательства могут ограничить переход в магистратуру по непрофильным направлениям [5], но пока эта категория также активна.

Отдельную аудиторию составляют иностранные студенты, значимые для РУДН в силу международного позиционирования университета и наличия программ на иностранных языках. Их мотивация требует дополнительного изучения и в настоящем исследовании специально не рассматривалась.

Результаты проведенного анкетирования студентов 3 и 4 курсов бакалавриата показали, что около половины опрошенных планируют продолжить обучение в магистратуре. Важно отметить, что самым популярным критерием выбора программы является содержание учебной программы. Престиж вуза, стоимость обучения и международная составляющая (возможность стажировок и получения двойного диплома по линии партнерства с зарубежным вузом) опрошенные отметили на втором месте в примерно равных пропорциях. Общий рейтинг мотивационных критериев у магистрантов 1 курса в целом схож с результатами анкетирования бакалавров. Один из значимых факторов, повлиявших на решение выбрать магистратуру экономического факультета - это отзывы студентов и выпускников в социальных медиа.

К основным каналам получения информации о магистерских программах и условиях поступления в РУДН магистранты 1 курса отнесли официальные ресурсы университета, Telegram-каналы факультета и поисковые системы. Среди абитуриентских ресурсов был отмечен сайт «Поступи онлайн». Персональные коммуникации с преподавателями и научным руководителем также достаточно часто упоминались в анкете.

Самым непопулярным оказался платный канал рекламной коммуникации. Рекламные объявления в интернете оказались на последнем месте, а лендинги программ не были отмечены ни одним магистрантом как источник информации о магистратуре.

Проведенные исследования позволили выявить предпочтительные каналы получения информации, мотивы выбора магистратуры и оценку эффективности существующей коммуникации.

Сравнительный анализ каналов коммуникации пяти ведущих российских вузов экономического профиля показал, что для них характерна интеграция официальных интернет-ресурсов, социальных медиа, мессенджеров, видеохостингов и офлайн-мероприятий. Магистерские программы экономического факультета РУДН развивают свою коммуникационную активность в этом же ключе.Факультет может опираться на международный образ университета, прикладную направленность экономического образования и разнообразие программ [12, 13].

Разнообразие программ требует более точной коммуникации: абитуриенту важно понимать, чем одна программа отличается от другой, какие компетенции формируются и какие карьерные сценарии возможны после выпуска. Поэтому программа должна быть представлена не только через учебный план, но и через связку «потребность абитуриента — содержание обучения — профессиональный результат».

Сильной стороной экономического факультета РУДН является научная деятельность сотрудников кафедр. Популярным является медиаресурс о мировой экономике и финансах, который ведут специалисты факультета, важно наличие регулярных конференций по актуальным тематикам, интересна информация о мастер-классахспециалистов-практиков и сведения о наличиидиссертационных советов для продолжения образовательной траектории в аспирантуре. Все это создает высокий уровень экспертности факультета и связанных с ним магистерских программ. Однако данная информацияпока недостаточно доносится до абитуриентов магистратуры. Вероятно, поэтому перспективы научной и преподавательской деятельности оцениваются бакалаврами и магистрантами как менее значимые факторы поступления, по сравнению с другими. И это одно их тех направлений, которое требует коррекции в части актуального информирования.

Обсуждение

Сопоставление результатов контент-анализа и анкетирования позволяет выделить ключевые направления коммуникационной стратегии при продвижении магистратуры экономического факультета РУДН.

1. Необходимость четкой дифференциации программ. Для факультета, где представлены разные профили, важно показывать различия между ними через профессиональные роли, компетенции и карьерные маршруты.
2. Визуализация карьерных траекторий. Поскольку студенты связывают магистратуру прежде всего с карьерным ростом, коммуникация должна опираться на HR-сценарии, истории выпускников и демонстрацию профессионального результата обучения.
3. Синхронизация официальных источников и социальных медиа по срокам, регулярности и тональности. Каналы должны включать не только новости, но и рубрики, разъясняющие ценность обучения понятным языком.
4. Развитие доказательного контента: публикаций о научных проектах кафедр, участии магистрантов в исследованиях, конкурсах и партнерских проектах с работодателями.
5. Построение коммуникации в рамках единой цифровой воронки с учетом сегментации аудитории: внутренней и внешней профильной аудитории, абитуриентов с неэкономических направлений и иностранцев.

- Для внутренней профильной аудитории магистратуру следует показывать как логичное продолжение обучения и способ получить принципиально профессиональные навыки.
- Для внешней профильной аудитории важны репутация РУДН, международная составляющая и конкурентные преимущества программ;
- Для непрофильной аудиториважно объяснение возможностей входа в новую профессиональную область.
- Для иностранных абитуриентов необходимы понятные условия поступления, доступная навигация, англоязычные описания и ответы на вопросы о документах, адаптации и проживании.

6. Практическая модель действий может включать контентную матрицу по сегментам аудитории, тематические рубрики в социальных медиа, карьерные траектории программ, видеоотзывы магистрантов и выпускников, единый чат для консультаций и многое другое.
7. Цифровая стратегия продвижения магистратуры должна учитывать реальные платформенные предпочтения целевой аудитории. Для российской студенческой аудитории особое значение сохраняют социальные сети и мессенджеры, прежде всего ВКонтакте и Telegram, а теперь и Макс, которые позволяют совмещать информационную, консультационную и вовлекающую функции.

Заключение

Проведенное исследование показало необходимость продвигать магистратуру как самостоятельный образовательный продукт и переходить от справочной модели коммуникации к сегментированной цифровой стратегии для разных групп абитуриентов. Перспективна система, в которой сайт, социальные сети и мессенджеры, офлайн и онлайн события, отзывы и работа с внутренней аудиторией и пользовательским контентом связаны единой логикой.

Даже при сильной академической базе и прикладной направленности обучения преимущества программы могут оставаться незаметными, если они не переведены в понятные цифровые форматы. Коммуникация должна демонстрировать экономическую отдачу от обучения: карьерный рост, расширение профессиональных связей, повышение квалификации и возможности трудоустройства.Инновационный потенциал стра-

тегии связан с переходом от традиционного информирования к цифровому сопровождению абитуриента: структурированным страницам программ, персонализированным коммуникациям, чат-ботам, консультационным чатам, CRM-инструментам, коротким видеоформатам, кейсам выпускников при развитой аналитике эффективности каналов.

Таким образом, коммуникационная стратегия продвижения магистерских программ должна рассматриваться как управленческий инструмент, влияющий на конкурентоспособность вуза, устойчивость набора, восприятие образовательного продукта и формирование репутационного капитала. Ее эффективность может оцениваться через показатели вовлеченности аудитории, посещаемости цифровых ресурсов, количества обращений, заявок, конверсии из коммуникационных каналов в подачу документов, а также через степень удовлетворенности абитуриентов качеством информации. Дальнейшее развитие исследования может быть связано с анализом быстро меняющейся аудитории абитуриентов магистратуры, интересные идеи могут подсказать глубинные интервью с поступающими, важными в перспективе остаются вопросы сравнения эффективности различных цифровых каналов и как результат - разработкакомплексной модели оценки результативности коммуникационной стратегии магистерских программ.

Литература

1. Brand Analytics - система мониторинга и анализа социальных медиа и СМИ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://brandanalytics.ru/ (дата обращения: 04-06-2026).
2. RAEX: Рейтинг экономических вузов России, 2025 - Аналитика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://raex-rr.com/education/subject_ranking/Economy/2025/analytics/ (дата обращения: 04-06-2026).
3. Березина Т. И., Москаленко М. С., Фёдорова Е. Н., Шарай Н. А. Развитие магистерского образования в Российской Федерации // Школа будущего. – 2022. – № 3. – С. 12-27.
4. Брендинг университетов России: от идеи к воплощению / Бакуменко О. А., Шафранская И. Н., Иванова Н. Ю. [и др.]; под редакцией О. А. Бакуменко. – М: Ай Пи Ар Медиа, 2026. – 348 с.
5. В Госдуму внесли проект об изменении условий поступления в магистратуру. Информационное агентство "РИА Новости". [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ria.ru/20260505/gosduma-2090666084.html (дата обращения: 04-06-2026).
6. В ЦСР назвали профессии, спрос на которые ниже предложения. РИА Новости. 25.04.2026. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ria.ru/20260425/professii-2088863030.html (дата обращения: 04-06-2026).
7. Гундарин М. В., Олешко П. А., Хассан З. Коммуникационные стратегии университета в современных условиях // PRPИМРА – 2022. №26-27. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kommunikatsionnye-strategii-universiteta-v-sovremennyh-usloviyah (дата обращения: 04.06.2026).
8. Иванов С. Ю. Формирование коммуникативной среды современного вуза: монография / С. Ю. Иванов. – М.: МГПУ, 2022. – 164 с.
9. Индикаторы образования: 2026: статистический сборник / Н. В. Бондаренко, Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2026. – 476 с.
10. Коммуникационные стратегии российских вузов 2023: лидеры, эффективные практики, точки роста. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://brandanalytics.ru/blog/russian-univercity-s-communication-strategies-2023 (дата обращения: 04-06-2026).
11. Косяков, М. А. Коммуникационные стратегии ведущих российских вузов / Косяков М. А., Шайдулина Т. Т. // Креативная экономика. – 2016. – Т. 10, № 7. – с. 813-828.
12. Магистратура РУДН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://admission.rudn.ru/master/ (дата обращения: 04-06-2026).
13. Магистратура экономического факультета РУДН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ma-econ.rudn.ru/ (дата обращения: 04-06-2026).
14. Смарт-образование в цифровом обществе / Е. В. Авдеева, Л. А. Василенко, Г. Г. Дерябина [и др.]. – 2-е издание. – Москва : Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2026. – 125 с.
15. Н. Романова. Почему магистратуру в России свели к продолжению бакалавриата. 13 марта 2026 / Информационное агентство «Национальная Служба Новостей» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nsn.fm/society/bolonskoe-iskazhenie-pochemu-magistraturu-v-rossii-sveli-k-prodolzheniu-bakalavriata. (дата обращения 04-06-2026).
16. Официальный сайт приемной комиссии РУДН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://admission.rudn.ru/
17. Рейтинг научной продуктивности российских университетов (2025). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://acexpert.ru/publications/rating/reiting-nauchnoi-produktivnosti-rossiiskikh-universitetov-2025 (дата обращения: 04-06-2026).
18. Рейтинг публикационной активности университетов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://expert.ru/obshchestvo/reyting-publikatsionnoy-aktivnosti-universitetov/ (дата обращения: 04-06-2026).
19. Шевченко Д. Маркетинг университета. Монография. – М.: Директ-Медиа, 2025, – 464 с.

Digital communication strategy as a tool for enhancing the competitiveness of master's degree programmes

Trubnikova N.V., Malygina O.P., Almukhametova K.D., Chernutsky K.D.
RUDN University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the analysis of digital communication strategies and tools for promoting master's degree programmes in the context of increasing their competitiveness in the educational services market. In the face of growing competition between universities, a master's degree programme functions as an independent educational product that requires clear positioning, well-defined competitive advantages and systematic promotion. An effective communication strategy increases programme awareness, strengthens its value proposition, reduces information barriers for applicants and ensures more productive interaction with the target audience of graduates of the first level of professional education who are oriented towards continuing their studies. In the context of transformations in higher education and changing perceptions of the value of master's education in Russia, the task of adapting the general principles of university marketing, branding and integrated communications to the promotion of master's degree programmes becomes particularly relevant. The empirical basis of the study includes content analysis of official digital resources of universities, comparative analysis of communication practices of leading Russian universities, and the results of a survey of senior undergraduate students and master's students. The factual basis of the data is a project aimed at promoting master's degree programmes at the Faculty of Economics of RUDN University named after Patrice Lumumba. The study identifies the main motives for choosing a master's degree programme, the most significant communication channels and problem areas in existing promotion practices. Recommendations for improving digital communication strategy as a tool for enhancing the competitiveness of master's degree programmes are formulated.

Keywords: educational services market, master's degree programmes, communication strategy, competitiveness of educational programmes, economic education.

References

1. Brand Analytics – social media and mass media monitoring and analysis system. Retrieved June 4, 2026, from https://brandanalytics.ru/
2. RAEX. (2025). Ranking of Russian economics universities, 2025 – Analytics. Retrieved June 4, 2026, from https://raex-rr.com/education/subject_ranking/Economy/2025/analytics/
3. Berezina, T. I., Moskalenko, M. S., Fedorova, E. N., &Sharai, N. A. (2022). Development of master's education in the Russian Federation. Shkolabudushchego [School of the Future], (3), 12–27.
4. Bakumenko, O. A., Shafranskaya, I. N., Ivanova, N. Yu., et al. (2026). Branding of Russian universities: From idea to implementation. Moscow: IPR Media.
5. Draft law on changing admission requirements to master's programmes submitted to the State Duma. (2026). RIA Novosti News Agency. Retrieved June 4, 2026, from https://ria.ru/20260505/gosduma-2090666084.html
6. Professions with demand lower than supply named by the CSR. (2026, April 25). RIA Novosti. Retrieved June 4, 2026, from https://ria.ru/20260425/professii-2088863030.html
7. Gundarin, M. V., Oleshko, P. A., & Hassan, Z. (2022). Communication strategies of a university in modern conditions. PRRIMRA, 26–27. Retrieved June 4, 2026, from https://cyberleninka.ru/article/n/kommunikatsionnye-strategii-universiteta-v-sovremennyh-usloviyah
8. Ivanov, S. Yu. (2022). Formation of the communicative environment of a modern university: Monograph. Moscow: Moscow City University.
9. Bondarenko, N. V., Varlamova, T. A., Gokhberg, L. M., et al. (2026). Education indicators: 2026. Statistical compendium. Moscow: Higher School of Economics, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge.
10. Communication strategies of Russian universities 2023: Leaders, effective practices, growth points. (2023). Brand Analytics. Retrieved June 4, 2026, from https://brandanalytics.ru/blog/russian-univercity-s-communication-strategies-2023
11. Kosyakov, M. A., &Shaidulina, T. T. (2016). Communication strategies of leading Russian universities. Kreativnayaekonomika [Creative Economy], 10(7), 813–828.
12. RUDN University master's programmes. (n.d.). Retrieved June 4, 2026, from https://admission.rudn.ru/master/
13. Master's programmes of the Faculty of Economics, RUDN University. (n.d.). Retrieved June 4, 2026, from https://ma-econ.rudn.ru/
14. Avdeeva, E. V., Vasilenko, L. A., Deryabina, G. G., et al. (2026). Smart education in the digital society (2nd ed.). Moscow: Dashkov and K.
15. Romanova, N. (2026, March 13). Why master's programmes in Russia have been reduced to a continuation of the bachelor's degree. National News Service. Retrieved June 4, 2026, from https://nsn.fm/society/bolonskoe-iskazhenie-pochemu-magistraturu-v-rossii-sveli-k-prodolzheniu-bakalavriata
16. Official website of the RUDN University Admissions Office. (n.d.). Retrieved June 4, 2026, from https://admission.rudn.ru/
17. Rating of scientific productivity of Russian universities (2025). (2025). Retrieved June 4, 2026, from https://acexpert.ru/publications/rating/reiting-nauchnoi-produktivnosti-rossiiskikh-universitetov-2025
18. Rating of universities by publication activity. (n.d.). Expert Online. Retrieved June 4, 2026, from https://expert.ru/obshchestvo/reyting-publikatsionnoy-aktivnosti-universitetov/

Сравнительный анализ моделей правового и экономического регулирования платформенной экономики

Франтенко Вадим Михайлович
аспирант, кафедра экономики и организации, Московский политехнический университет,

Анопченко Татьяна Юрьевна
профессор, кафедра государственного и муниципального управления, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова

Цифровые платформы утвердились в качестве системообразующего элемента современной сферы торговли и услуг, при этом формирование специализированного правового поля их функционирования относится к числу новейших тенденций, отличающихся выраженной национально-юридической вариативностью, что обусловливает научную и практическую значимость их сравнительного исследования. В данной статье делается попытка систематизации существующих подходов к правовому и экономическому регулированию субъектов платформенной экономики, а также в разработке оригинального аналитического инструментария, позволяющего проводить многофакторную оценку регуляторных моделей. На основе компаративного анализа нормативно-правовых режимов, действующих в восьми государствах, предложена типология моделей регулирования, дифференцируемая по двум параметрам: временному - момент вмешательства государства в функционирование платформ, и инструментальному - степень интенсивности административно-принудительных мер. Разработана классификация регуляторных инструментов, включающая четыре группы, и построена матрица соответствия, устанавливающая корреляцию между типами цифровых платформ, профильными рисками и приоритетными инструментами регулирующего воздействия. Элементом научной новизны выступает интеграция сравнительно-правового метода с количественными критериями дифференциации регуляторных моделей, что позволяет перейти от описательного к измеримому анализу. Полученные результаты могут быть использованы при обосновании направлений государственной политики в сфере торговли и услуг, а также при разработке адаптированных регуляторных решений с учётом отраслевой специфики и уровня рисков.

Ключевые слова платформенная экономика, цифровые платформы, регулирование, антимонопольная политика, маркетплейс, сравнительный анализ, платформенная занятость.

Введение

Цифровые платформы стали значимым институтом торговли и сферы услуг. По совместной оценке Ассоциации цифровых платформ и Высшей школы экономики, в 2024 г. платформенная экономика дала России около 6,3 трлн руб. дополнительного производства товаров и услуг, а доля платформенно занятых среди трудоспособного населения достигла порядка 16% [1]. Рост сектора опередил формирование специальных правил, и отношения операторов с продавцами и пользователями долгое время подчинялись общим нормам гражданского, потребительского и антимонопольного законодательства, в которых природа цифрового посредника учтена слабо.

Сложность регулирования объясняется экономической природой платформы. Рыночную власть оператору даёт прежде всего контроль над правилами обмена – ранжированием, рейтингом, односторонним изменением оферты, – а также самопреференцирование (self-preferencing), то есть продвижение собственных товаров и сервисов в выдаче выше предложений независимых продавцов за счёт контроля над площадкой. Стандартный антимонопольный анализ опирается на долю рынка и цену и оставляет такой контроль вне поля зрения. Цель работы состоит в систематизации подходов к правовому и экономическому регулированию организаций платформенной экономики и в построении авторских инструментов их анализа на материале восьми правовых режимов. Актуальность определяется принятием Федерального закона от 31.07.2025 № 289-ФЗ, который вступает в силу 1 октября 2026 г. и впервые закрепляет специальные правила для посреднических цифровых платформ в торговле и услугах [7].

Методы

Основной метод работы – сравнительно-правовой анализ восьми правовых режимов (Россия, Европейский союз (ЕС), Китайская Народная Республика (КНР), США, Великобритания, Япония, Республика Корея, Бразилия) по текстам профильных актов, решениям регуляторов и судов и академическим публикациям. Сопоставление выстроено по четырём измерениям – нормативная основа, инструменты, механизмы и виды платформ – и размещено в системе двух координат, которыми служат момент вмешательства государства и интенсивность административного принуждения.

Для перехода к измеримому критерию степень проникновения платформы в розничную торговлю региона выражается индексом платформенного проникновения (ИПР) по формуле (1).

$$\text{ИПР}_r = \frac{\text{ОПТ}_r}{\text{РТ}_r} \quad (1)$$

где ИПР с индексом r – индекс платформенного проникновения в регионе r; ОПТ с индексом r – оборот платформенной торговли в этом регионе; РТ с индексом r – совокупный оборот розничной торговли в нём же. Значение индекса может служить порогом, по которому различается строгость применяемых к платформе мер.

Результаты

Размещение восьми правовых режимов по двум координатам показано на рисунке 1. В зоне превентивного регулирования находятся ЕС, Великобритания, Япония и Россия, в зоне последующего – КНР, США, Республика Корея и Бразилия.

Рисунок 1 – Типологическая карта моделей регулирования платформенной экономики (составлено автором)

Под превентивным (ex ante) регулированием понимается установление обязанностей оператора заранее, до нарушения, когда он раскрывает ранжирование, отказывается от самопреференцирования и состоит в реестре независимо от факта нарушения. Под последующим (ex post) регулированием понимается санкция антимонопольного органа или суда уже после нарушения. Различие проходит по моменту вмешательства относительно нарушения и сохраняется при любой календарной дате принятия мер.

Положение России в превентивной зоне опирается на два основания. Реестры операторов инвестиционных и финансовых платформ Банк России ведёт с 2019–2020 гг. на основании Федеральных законов № 259-ФЗ и № 211-ФЗ, а закон № 289-ФЗ по конструкции тоже превентивный, хотя вступает в силу только в октябре 2026 г. [6; 5; 7].

Чтобы сопоставление раскрывало содержание режимов, опишем обязанности оператора по каждому из них. Европейский союз построил самый разработанный превентивный режим. Регламент о цифровых рынках (Digital Markets Act, DMA) присваивает платформе статус «контролёра доступа» по порогам – оборот в ЕС от 7,5 млрд евро или капитализация от 75 млрд евро при числе пользователей от 45 млн и бизнес-пользователей от 10 тыс. в месяц; статус получили семь компаний (Alphabet, Amazon, Apple, ByteDance, Meta*, Microsoft, Booking) [9]. Обязанности едины для всех и действуют до нарушения. Статья 5 запрещает мешать продажам вне платформы и навязывать сопутствующие сервисы; статья 6 запрещает самопреференцирование, обязывает открывать бизнес-пользователю доступ к его данным и их переносимость и запрещает использовать его непубличные данные для конкуренции; статья 7 требует совместимости сервисов обмена сообщениями. За нарушение Европейская комиссия налагает штраф до 10% мирового оборота и до 20% при повторе и применяет поведенческие и структурные меры. Характеристика «единый» означает один список запретов без подстройки под конкретную компанию.

Китайская Народная Республика опирается на последующее правоприменение с директивными требованиями. Руководящие указания по платформенной экономике 2021 г. запретили принуждение продавца к работе на одной площадке, навязывание условий и алгоритмический сговор; поправки в Антимонопольный закон 2022 г. распространили запреты на злоупотребление данными и алгоритмами, а в 2025 г. добавлены требования к прозрачности алгоритмов и социальным гарантиям работникам со сроком до 2027 г. [10]. Принуждение опирается на оборотные штрафы – Alibaba выплатила 18,228 млрд юаней (около 4% выручки 2019 г.), Meituan – 3,442 млрд юаней – в течение нескольких месяцев. Характеристика «жёсткий» означает крупные оборотные штрафы, директивные предписания и короткие сроки, тогда как смена курса с давления на поддержку в 2023 г. снижает предсказуемость правил для бизнеса.

В США профильный закон о платформах отсутствует, и оператор не несёт предварительных обязанностей; поведение площадок подчиняется общему антимонопольному праву – разделу 2 Закона Шермана и Закону Клейтона, – а ответственность наступает после судебного установления злоупотребления. Средства защиты носят поведенческий характер. По делу Министерства юстиции против Google суд в 2024 г. признал монополию в поиске, в 2025 г. назначил запрет эксклюзивных договоров о предустановке и обязанность делиться частью данных, отклонив разделение бизнеса, а позднее признал и монополию в интернет-рекламе [12]. При этом Федеральная торговая комиссия (Federal Trade Commission, FTC) проиграла дело против Meta, а спор о подписке Amazon Prime урегулирован за 2,5 млрд долл. Законопроекты – Американский закон об инновациях и выборе в интернете (American Innovation and Choice Online Act, AICOA) и Закон об открытых рынках приложений (Open App Markets Act, OAMA) – голосования пока не получили. Для оператора это означает отсутствие правил «на входе» и риск длительного судебного разбирательства после достижения доминирования.

Япония первой в Азии ввела превентивный режим, ограниченный смартфонной экосистемой. Закон о содействии конкуренции в сфере программного обеспечения для смартфонов 2024 г., вступивший в полную силу в декабре 2025 г., охватывает операционные системы, магазины приложений, браузеры и поиск назначенных компаний (Apple и Google) с числом пользователей от 40 млн в месяц [15]. Назначенная компания обязана допускать сторонние магазины приложений и альтернативную оплату, отказаться от самопреференцирования в поиске и обеспечить совместимость; контроль ведёт Японская комиссия по добросовестной торговле (Japan Fair Trade Commission, JFTC). Характеристика «узкий» означает охват только мобильного слоя, тогда как оператор маркетплейса или сервиса доставки подчиняется в Японии общему антимонопольному праву.

Великобритания соединила предварительное регулирование с индивидуальной настройкой. Закон о цифровых рынках, конкуренции и потребителях 2024 г. (Digital Markets, Competition and Consumers Act, DMCCA) наделил Управление по конкуренции и рынкам (Competition and Markets Authority, CMA) правом присваивать статус стратегической рыночной значимости (Strategic Market Status, SMS) при обороте свыше 1 млрд фунтов в стране или 25 млрд фунтов в мире [10]. После присвоения статуса, на что отводится до девяти месяцев, CMA устанавливает индивидуальные требования к компании; в октябре 2025 г. статус получили Google в поиске и рекламе, а также Google и Apple в части мобильных платформ. Характеристика «адресный» означает подбор обязанностей под конкретную компанию, тогда как в ЕС они заданы единым списком для всех.

Республика Корея в 2021 г. первой в мире обязала магазины приложений допускать сторонние платёжные системы поправкой к Закону о телекоммуникациях, а Корейская комиссия по добросовестной торговле (Korea Fair Trade Commission, KFTC) ведёт дела платформ, включая спор о самопреференцировании сервиса NAVER. В Бразилии Административный совет по экономической защите (Conselho Administrativo de Defesa Econômica, CADE) в 2025 г. ограничил мировым соглашением с Apple комиссию за переадресацию платежей, а рамочный законопроект (Projeto de Lei, PL) № 2768/2022 остаётся на рассмотрении.

Обобщённое сопоставление режимов приведено в таблице 1, где для каждой страны указаны профильный акт с порогом применения, ключевые обязанности оператора и орган контроля с типом санкций.

Таблица 1

Сравнительный обзор подходов к регулированию платформенной экономики

Страна	Профильный акт и порог	Ключевые обязанности и запреты	Орган и санкции
Европейский союз	DMA, 2022; оборот в ЕС ≥ 7,5 млрд €	Запрет самопреференцирования и препятствий продажам вне платформы; доступ к данным, их переносимость, совместимость	Европейская комиссия; штраф до 10–20% мирового оборота
Велико-британия	DMCCA, 2024; оборот > £1 млрд в стране	Индивидуальные требования к поведению после присвоения статуса SMS	CMA; адресные предписания, меры развития конкуренции
Япония	Закон о ПО для смартфонов, 2024; ≥ 40 млн польз.	Допуск сторонних магазинов приложений и альтернативной оплаты; запрет самопреференцирования в поиске	JFTC; предписания, штрафы
Россия	№ 289-ФЗ, 2025	Уведомление за 45 дней, ограничение снижения цены, раскрытие ранжирования, реестр, правила платформенной занятости	ФАС, ФНС, Роспотребнадзор; КоАП (в разработке)
КНР	Указания 2021 г.; Антимонопольный закон 2022 г.	Запрет «выбора одной из двух», контроль алгоритмов, социальные гарантии гиг-работникам	Антимонопольный комитет Госсовета; оборотные штрафы
Республика Корея	Поправки к Закону о телекоммуникациях, 2021	Допуск сторонних платёжных систем в магазинах приложений	KFTC; штрафы
США	Антимонопольное право; AICOA (законопроект)	Обязанностей до нарушения нет; ответственность за монополизацию по суду	Министерство юстиции, FTC; поведенческие меры
Бразилия	Практика CADE; PL 2768/2022	Ограничение комиссий за переадресацию платежей	CADE; мировые соглашения

Хронология ключевых мер 2017–2027 гг. представлена на рисунке 2 и показывает, что отсчёт регулирования цифровых платформ растянут более чем на десятилетие и что страны заимствовали инструменты друг у друга – превентивные правила для финансовых платформ появились в России в 2019–2020 гг., Закон об электронной торговле принят в КНР в 2018 г., а первые антимонопольные штрафы наложены на Google в ЕС в 2017–2019 гг.

Описанные режимы показывают, что регулирование платформ не сводится к штрафам. Применяемые меры мы сводим к четырём группам инструментов и приводим в таблице 2; штраф относится к одной из групп, тогда как остальные действуют без наказания – через предварительные обязанности, налоговые стимулы и институты надзора.

Российский режим сочетает все четыре группы инструментов. Из правовых превентивных мер закон № 289-ФЗ обязывает уведомлять партнёров об изменении условий за 45 дней, ограничивает односторонее снижение цены за счёт продавца и требует раскрывать ранжирование и рейтинг, а институциональную основу даёт реестр посреднических платформ при надзоре Федеральной антимонопольной службы (ФАС),

Федеральной налоговой службы (ФНС) и Роспотребнадзора [7]. Экономический инструмент – снижение с 1 января 2026 г. порога выручки для уплаты налога на добавленную стоимость (НДС) с 60 до 20 млн руб., направленное на обеление торговли. Трудовой и социальный блок составляет платформенная занятость, признаки которой закон закрепил впервые; исполнители платят налог на профессиональный доход (НПД) по ставке 4–6%, тогда как их социальные гарантии остаются открытым вопросом [2; 3]. Самопреференцирование оператора и доступ к данным продавцов прямого регулирования пока не получили, и в этом состоит уязвимое место режима.

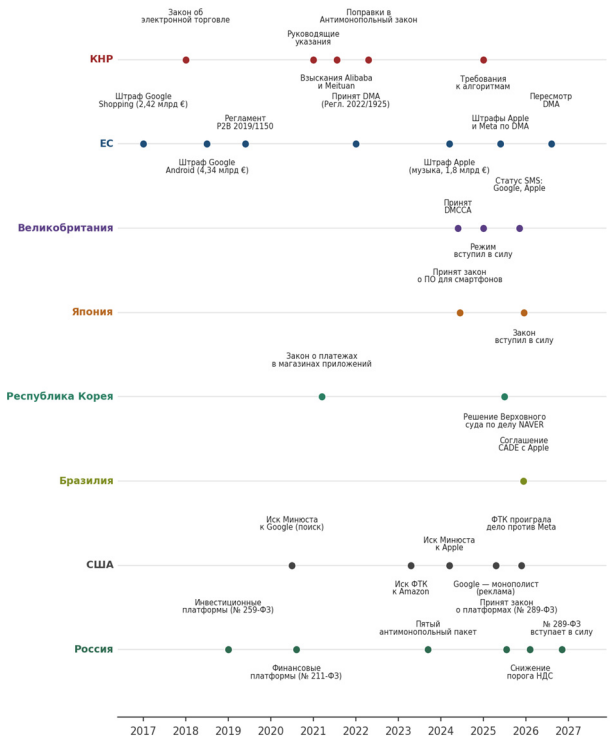


Рисунок 2 – Хронология ключевых мер регулирования платформенной экономики, 2017–2027 гг. (составлено автором)

Таблица 2

Авторская классификация инструментов регулирования платформенной экономики

Группа	Инструмент	Механизм действия	Пример
Правовые превентивные	Запрет самопреференцирования, раскрытие ранжирования, совместимость	Ограничение поведения до нарушения	DMA, ст. 5–7; № 289-ФЗ
Правовые последующие	Антимонопольные взыскания, поведенческие средства защиты	Наказание и исправление после нарушения	КНР; США
Экономические	Налоговые пороги, ограничение комиссий, субсидии	Изменение издержек и стимулов участников	Порог НДС в России; лимит комиссий в Бразилии
Институциональные	Реестр, статус, орган контроля	Определение ответственных субъектов (операторов платформ) и надзор	Реестры платформ в России; статус SMS в Великобритании
Трудовые, социальные	Социальные гарантии, прозрачность алгоритмов	Защита платформенных занятых	КНР; глава о партнёре-исполнителе в № 289-ФЗ

Закон № 289-ФЗ устанавливает единые обязанности для всех посреднических платформ, тогда как виды платформ различаются по характеру воздействия на рынок. Для каждого вида мы определяем доминирующий риск и приоритетный инструмент регулирования; авторская матрица приведена в таблице 3.

Принцип матрицы поясним на примере товарного маркетплейса. Если индекс ИПР по формуле (1) превышает заданный регулятором порог (например, 25%), площадка занимает положение инфраструктурного посредника, и для неё оправдан превентивный запрет самопреференцирования по образцу статьи 6 DMA [9]; при значении ниже порога достаточно общих требований к раскрытию ранжирования. Привязка строгости меры к значению показателя избавляет регулятора от применения одинаковых обязанностей к площадке федерального масштаба и к небольшому региональному сервису.

Таблица 3

Авторская матрица дифференцированного регулирования по видам цифровых платформ

Вид платформы	Доминирующий риск	Приоритетный инструмент
Товарный маркетплейс	Самопреференцирование, односторонняя оферта	Превентивные запреты по образцу DMA
Сервисная платформа (online-to-offline, O2O)	Неустойчивый статус исполнителей	Трудовые и социальные гарантии
Платформа быстрой коммерции	Условия труда курьеров, локальная концентрация	Социальные гарантии, контроль локальной доли
Классифайд-платформа	Сетевой эффект, барьеры входа	Контроль слияний, недискриминационный доступ
Агрегатор перевозок	Монопсония на рынке труда, алгоритмическое управление	Трудовые гарантии, прозрачность алгоритмов
Экосистемная супер-платформа	Связывание сервисов, удержание данных	Совместимость, переносимость данных

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с теорией двусторонних рынков. Ж.-Ш. Роше и Ж. Тироль показали, что низкая цена для одной стороны не означает отсутствия рыночной власти [14]; Д. Эванс и Р. Шмалензи – что оператор определяет правила сделок; Н. Срничек обосновал монополизацию рынка под действием сетевых эффектов и контроля над данными [11; 4]. Этим объясняется недостаточность классического антимонопольного анализа и появление специальных режимов. Я. И. Кузьминов с соавторами обосновали оценку мер через моделирование их эффектов, и наша матрица переводит этот тезис в рабочий инструмент через показатель ИПР [1]; З. Чжао и Х. Ло показали способность антимонопольного права защищать платформенных работников, что подкрепляет трудовую и социальную группу инструментов [16].

Из сопоставления мы делаем собственный вывод о предпочтительной для российских условий модели. Наиболее сбалансированной мы считаем дифференцированную превентивную модель, которая соединяет чёткие запреты ЕС, адресность британского подхода и привязку к измеримому порогу через индекс ИПР. Российскому режиму недостаёт двух элементов, прямо закреплённых в ЕС, – запрета самопреференцирования и правил доступа к данным продавцов, – и их включение устранило бы основной пробел закона № 289-ФЗ. Вместе с тем фискальная составляющая и оформление платформенной занятости, которых нет ни в DMA, ни в китайских указаниях, остаются сильной стороной российской модели.

Заключение

Сравнительный анализ подходов восьми стран показал сходимость национальных моделей к специальному регулированию платформ при сохранении различий по моменту вмешательства и его интенсивности. Общее антимонопольное право формально применимо к платформам везде, однако специальный режим в той или иной форме введён в семи правовых режимах из восьми, и объяснение этому даёт контроль оператора над правилами обмена, который остаётся вне охвата стандартного анализа доли рынка и цены. По итогам сопоставления предсказуемостью выделяются режимы ЕС и Японии, соразмерностью – режим Великобритании, скоростью принуждения – режим КНР, тогда как режим США уступает по скорости и определённости результата.

Научная новизна работы состоит в соединении сравнительно-правового анализа с количественным критерием дифференциации регулирования. Авторская типология моделей, классификация инструментов из четырёх групп и матрица соответствия видов платформ, рисков и приоритетных инструментов с привязкой к показателю ИПР образуют согласованную систему, по которой строгость меры ставится в зависимость от измеримого влияния платформы на рынок. На этой основе мы рекомендуем дополнить российский режим запретом самопреференцирования и правилами доступа к данным продавцов, сохранив его фискальную и трудовую составляющие. Предложенный подход применим при обосновании конкретных мер государственной политики в сфере торговли и услуг.

Литература

1. Кузьминов Я. И., Кручинская Е. В., Кошель А. С., Акиндинова Н. В. Вклад цифровых платформ в развитие российской экономики: моделирование эффектов регулирования // Вопросы экономики. – 2025. – № 7. – С. 5–24.

2. Савельева Е. А. Подходы к нормативно-правовому регулированию платформенной занятости в контексте обеспечения социально-экономической безопасности России при переходе к цифровой экономике // Экономическая безопасность. – 2020. – № 4. – С. 469–488.

3. Синявская О. В., Бирюкова С. С., Карева Д. Е., Стужук Д. А. Платформенная занятость в России: динамика распространённости и ключевые характеристики занятых: экспертный доклад. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2024. – 64 с.

4. Срничек Н. Капитализм платформ / пер. с англ. под науч. ред. М. Добряковой. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. – 128 с.

5. Федеральный закон от 20.07.2020 № 211-ФЗ «О совершении финансовых сделок с использованием финансовой платформы» // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357598/ (дата обращения: 10.06.2026).

6. Федеральный закон от 02.08.2019 № 259-ФЗ «О привлечении инвестиций с использованием инвестиционных платформ» // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_330652/ (дата обращения: 10.06.2026).

7. Федеральный закон от 31.07.2025 № 289-ФЗ «Об отдельных вопросах регулирования платформенной экономики в Российской Федерации» // КонсультантПлюс. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_511088/ (дата обращения: 10.06.2026).

8. Федеральный закон от 10.07.2023 № 301-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон „О защите конкуренции“» // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307100016 (дата обращения: 10.06.2026).

9. Anti-Monopoly Guidelines of the Anti-Monopoly Commission of the State Council on the Platform Economy. – 2021. – URL: https://www.gov.cn (дата обращения: 10.06.2026).

10. Digital Markets, Competition and Consumers Act 2024 // Legislation.gov.uk. – URL: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2024/13 (дата обращения: 10.06.2026).

11. Evans D. S., Schmalensee R. Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms. – Boston: Harvard Business Review Press, 2016. – 272 p.

12. Federal Court Endorses Behavioral Remedies, Rejects Structural Relief, in Google Search Antitrust Litigation: CRS Legal Sidebar LSB11362 // Congressional Research Service. – 2025. – URL: https://www.congress.gov/crs-product/LSB11362 (дата обращения: 10.06.2026).

13. Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector (Digital Markets Act) // EUR-Lex. – URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1925/oj (дата обращения: 10.06.2026).

14. Rochet J.-Ch., Tirole J. Platform Competition in Two-Sided Markets // Journal of the European Economic Association. – 2003. – Vol. 1, № 4. – P. 990–1029.

15. The Act on Promotion of Competition for Specified Smartphone Software. – Japan, 2024 // Japan Fair Trade Commission. – URL: https://www.jftc.go.jp (дата обращения: 10.06.2026).

16. Zhao Z., Luo H. Anti-Monopoly Law as an Alternative to Labour Law for Platform Workers // Industrial Law Journal. – 2025. – Vol. 54, iss. 3. – P. 490–526.

Comparative Analysis of Legal and Economic Regulation Models for the Platform Economy

Frantenko V.M., Anopchenko T.Yu.
Moscow Polytechnic University, Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Digital platforms have established themselves as a system-forming element of the modern trade and services sector. The development of a specialized legal framework for their operation is one of the latest trends, characterized by pronounced national and legal variability, which determines the scientific and practical significance of their comparative study. This article attempts to systematize existing approaches to the legal and economic regulation of platform economy entities, as well as to develop an original analytical toolkit for a multifactorial assessment of regulatory models. Based on a comparative analysis of the regulatory regimes in force in eight countries, a typology of regulatory models is proposed, differentiated by two parameters: temporal—the moment of state intervention in the functioning of platforms, and instrumental—the intensity of administrative and coercive measures. A classification of regulatory instruments, comprising four groups, has been developed, and a correspondence matrix has been constructed, establishing a correlation between the types of digital platforms, their underlying risks, and priority regulatory instruments. An element of scientific novelty is the integration of a comparative legal method with quantitative criteria for differentiating regulatory models, allowing for a transition from descriptive to measurable analysis. The results obtained can be used to substantiate public policy directions in trade and services, as well as to develop tailored regulatory solutions taking into account industry specifics and risk levels.

Keywords: platform economy, digital platforms, regulation, antitrust policy, marketplace, comparative analysis, platform employment.

References

1. Kuzminov Ya. I., Kruchinskaya E. V., Koshel A. S., Akindinova N. V. The contribution of digital platforms to the development of the Russian economy: modelling the effects of regulation. Voprosy Ekonomiki, 2025, no. 7, pp. 5–24. (In Russ.)
2. Savelieva E. A. Approaches to the legal regulation of platform employment in the context of ensuring the socio-economic security of Russia in the transition to the digital economy. Ekonomicheskaya Bezopasnost, 2020, no. 4, pp. 469–488. (In Russ.)
3. Sinyavskaya O. V., Biryukova S. S., Kareva D. E., Stuzhuk D. A. Platform employment in Russia: dynamics of prevalence and key characteristics of the employed: expert report. Moscow, HSE Publishing House, 2024. 64 p. (In Russ.)
4. Srnicek N. Platform Capitalism. Moscow, HSE Publishing House, 2019. 128 p. (In Russ.)
5. Federal Law of 20.07.2020 No. 211-FZ On performing financial transactions using a financial platform. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_357598/ (accessed 10.06.2026). (In Russ.)
6. Federal Law of 02.08.2019 No. 259-FZ On attracting investments using investment platforms. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_330652/ (accessed 10.06.2026). (In Russ.)
7. Federal Law of 31.07.2025 No. 289-FZ On certain issues of regulating the platform economy in the Russian Federation. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_511088/ (accessed 10.06.2026). (In Russ.)
8. Federal Law of 10.07.2023 No. 301-FZ On amendments to the Federal Law On Protection of Competition. Available at: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307100016 (accessed 10.06.2026). (In Russ.)
9. Anti-Monopoly Guidelines of the Anti-Monopoly Commission of the State Council on the Platform Economy. 2021. Available at: https://www.gov.cn (accessed 10.06.2026).
10. Digital Markets, Competition and Consumers Act 2024. Available at: https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2024/13 (accessed 10.06.2026).
11. Evans D. S., Schmalensee R. Matchmakers: The New Economics of Multisided Platforms. Boston, Harvard Business Review Press, 2016. 272 p.
12. Federal Court Endorses Behavioral Remedies, Rejects Structural Relief, in Google Search Antitrust Litigation. CRS Legal Sidebar LSB11362. Congressional Research Service, 2025. Available at: https://www.congress.gov/crs-product/LSB11362 (accessed 10.06.2026).
13. Regulation (EU) 2022/1925 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2022 on contestable and fair markets in the digital sector (Digital Markets Act). Available at: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/1925/oj (accessed 10.06.2026).
14. Rochet J.-Ch., Tirole J. Platform Competition in Two-Sided Markets. Journal of the European Economic Association, 2003, vol. 1, no. 4, pp. 990–1029.
15. The Act on Promotion of Competition for Specified Smartphone Software. Japan, 2024. Available at: https://www.jftc.go.jp (accessed 10.06.2026).
16. Zhao Z., Luo H. Anti-Monopoly Law as an Alternative to Labour Law for Platform Workers. Industrial Law Journal, 2025, vol. 54, iss. 3, pp. 490–526.

Многофакторный подход к оценке эффективности экономической политики регионов РФ в условиях структурной трансформации

Хачатрян Гарик Арменович
аспирант, Российский университет кооперации, garik.khach.2001@gmail.com

Статья посвящена изучению результативности субфедерального управления и оценке качества экономической политики в субъектах Российской Федерации в условиях глубокой структурной перестройки хозяйства. Автором обозначена актуальность и значимость темы исследования; основной акцент сделан на проблеме переосмысления традиционных монокритериальных подходов к мониторингу действий исполнительной власти регионов в контексте необходимости оперативной адаптации локальных рынков к внешнеэкономическим шокам. Предложен комплексный многофакторный методический инструментарий, базирующийся на декомпозиции региональной политики по пяти аналитическим блокам и применении процедуры линейного минимаксного нормирования разноразмерных статистических параметров. Осуществлено агрегирование субиндексов с помощью формулы простой арифметической средней, индекса эффективности региональной экономической политики – с помощью средней геометрической, и проведена стратификация шести крупнейших индустриальных регионов Приволжского и Уральского федеральных округов с построением оригинальной матрицы динамики эффективности за 2023-2025 годы. Ключевым результатом исследования выступает математическое обоснование полярности адаптационных траекторий старопромышленных территорий. Доказано, что успешность трансформационных процессов детерминируется не масштабом бюджетных субсидий, а зрелостью институтов и скоростью включения регионов в новые логистические коридоры. Сформулированы рекомендации по точечному купированию пространственных дисбалансов, в частности имеющегося кадрового дефицита на рынке труда. Практическая ценность результатов заключается в возможности их применения органами власти для снижения фискальных рисков и корректировки программ долгосрочного регионального развития.

Ключевые слова: региональная экономическая политика, пятифакторная модель, интегральный индекс, структурная трансформация, индустриальные регионы, эффективность управления, пространственное развитие.

Введение

В условиях перманентной макроэкономической нестабильности (национальный уровень), ассоциированной рекуррентными кризисами экономико-политического характера (глобальный уровень), качество субфедерального управления является одним из важнейших критериев (паттернов) сохранения пространственной целостности и хозяйственной устойчивости государства. Необходимость масштабизации импортозамещения и перестройки логистических коридоров кардинально изменила требования к инструментам регионального развития, сместив оптический фокус с формального освоения бюджетных лимитов на реальную адаптивность экономических систем [1, 2]. В связи с этим, мы предполагаем, и данная позиция находит свое отражение у современных авторов [1, 3], что традиционные монокритериальные модели оценки действий региональных органов исполнительной власти не могу в полной мере учесть глубину и скорость происходящих структурных трансформаций. Исходя из этой мысли, к настоящему времени назрела объективная потребность в многомерном аналитическом инструментарии, способном верифицировать, наряду с краткосрочными и среднесрочными, также долгосрочные параметры модернизации региональных производственных комплексов. На решение данной задачи и нацелена настоящая статья.

Материалы и методы

Информационной и эмпирической основой нашего исследования послужили официальные данные Росстата, аналитические материалы Минэкономразвития, Минфина России и ФТС России [4-7]. В качестве репрезентативной выборки для апробации предлагаемого инструментария (авторской модели) определена совокупность индустриально развитых регионов Приволжского и Уральского федеральных округов (республики Татарстан и Башкортостан, Пермский край, Свердловская, Самарская, Челябинская области). Их выбор обусловлен совокупным масштабом диверсифицированного обрабатывающего сектора данных регионов, который, согласно данным ведомств, сформировал устойчивое индустриальное ядро и обеспечил значительную долю прироста промышленного впуска в 2023-2025 годах. Мы исходим из того, что именно на примере данных территорий представляется возможным наиболее рельефно проследить взаимосвязь между интенсивностью мер государственной поддержки и реальной трансформацией структуры регионального продукта под воздействием внешних шоков определенной этиологии.

Теоретическую основу исследования составили фундаментальные труды отечественных и зарубежных авторов в области пространственного развития и регионального управления. Мы разделяем позицию А.В. Суворовой [8] и Б.С. Жихаревича [9] о необходимости синхронизации макроструктурных сдвигов с локальными приоритетами территорий. Методологические аспекты оценки эффективности (результативности) политики опираются на многофакторные подходы, изложенные в трудах проф. А.Г. Гранберга [10]. Дальнейшее развитие данная линия получила в концепциях А.И. Татаркина о роли инновационной восприимчивости локальных рынков как одного из основных факторов результативности региональной политики [11]. Однако, несмотря на достаточно широкую научно-исследовательскую базу, накопленную к настоящему времени, проблема оперативного измерения эффективности управленческих решений в условиях санкционного давления остается дискуссионной. Таким образом, методический аппарат требует декомпозиции.

Целью статьи является, таким образом, разработка и апробация многофакторной экономической модели интегральной оценки эффективности экономической политики индустриальных регионов России в условиях структурой трансформации (2023-2025 годов).

Результаты

Для достижения указанной цели разработан авторский инструментарий, в основу которого положена пятифакторная модель, позволяющая комплексно оценить эффективность (результативность) субфедерального управления в условиях санкционного давления со стороны «недружественных» стран в периоде 2023-2025 годов. Мы исходим из того, что изолированная оценка финансовых или производственных индикаторов смещает аналитическую оптику и не может отразить в достаточной степени реальную гибкость локальных рынков [10, 12, 13]. Предлагаемый подход предполагает декомпозицию региональной экономической поли-

тики на пять аналитических блоков (факторов): инвестиционно-технологический (F_1), финансово-бюджетный (F_2), институциональный (F_3), социальный (F_4) и внешнеэкономический (F_5); она позволяет оценивать как прямые управленческие эффекты, так и глубину трансформационных процессов в индустриальном центре страны. Методологический выбор факторов опирается на классические основы пространственной сбалансированности А. Г. Гринберга, который обосновал необходимость комплексного анализа региональной системы как единого целого, современные концепции А.И. Татаркина, а также концепции адаптации региональных бюджетов В. В. Климанова и соавт., в рамках которых аргументирована актуальность выделения репозиционных факторов для оценки устойчивости региональной политики в условиях нестабильных условий внешней среды [10, 14, 15].

Для математической формализации модели сформирован массив первичных данных Росстат и Минэкономразвития России. Внутри каждого из пяти факторов выделено по два индикатора-стимулятора, рост которых непосредственным образом свидетельствует о росте качества управления (см. таблицу 1). Процедура сглаживания межрегиональных различий и приведения разноразмерных метрик к единой шкале от 0 до 1 реализована с помощью классического линейного нормирования по методу «минимакс», используемых в европейской практике регионального мониторинга [16]:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

где: x_{ij} – фактическое значение j-го индикатора для i-го региона; $\max(x_j)$ и $\min(x_j)$ – экстремумы по всей выборке за конкретный период.

Для исключения риска математического обнуления мультипликативной формы итогового индекса при расчете средней геометрической, процедура минимаксного нормирования модифицируется: в случаях, когда фактическое значение индикатора совпадало с его минимальным значением по выборке ($x_{ij} = \min(x_j)$), присваивалось сглаживающее значение $z_{ij} = 0{,}01$.

Агрегирование нормированных параметров в частные субиндексы факторов производится посредством расчета средней арифметической простой. Поскольку в условиях неопределенности присвоение экспертных весом обуславливает субъективизм оценок, мы соглашаемся с мнением А. Н. Швецова о равенстве вклада базовых институциональных компонентов в итоговую устойчивость системы. Финальный интегральный индекс эффективности региональной экономической политики (I_{eff}) рассчитывается по формуле средней геометрической из пяти полученных субиндексов:

$$I_{eff} = \sqrt[5]{F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times F_5}$$

Данная мультипликативная форма позволяет быстро реагировать на провалы в отдельных сферах и, вместе с тем, дает возможность показать, что низкая финансовая дисциплина или социальное напряжение не могут быть компенсированы высокими темпами промышленного роста.

Таблица 1

Система индикаторов-стимуляторов пятифакторной модели оценки эффективности региональной экономической политики

Код	Наименование фактора	Наименование и экономический смысл индикатора-стимулятора	Официальный источник первичных данных
F_1	Инвестиционно-технологический	**Индекс промышленного производства по обрабатывающим отраслям (%)**. Отражает результативность мер по импортозамещению и развертыванию гособоронзаказа.	Росстат (Бюллетень деловой активности)
		Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (%). Фиксирует инвестиционную привлекательность региона и качество защиты капитала.	Минэкономразвития России (Мониторинг СЭР)
F_2	Финансово-бюджетный	**Доля налоговых и неналоговых доходов в общем объеме доходов бюджета (%)**. Измеряет уровень финансовой самодостаточности и автономии региональной власти.	Минфин России (Отчеты об исполнении бюджетов)
		Коэффициент покрытия текущих расходов собственными доходами (ед.). Показывает способность субъекта финансировать обязательства без федеральных дотаций.	Минфин России (Казначейство России)
F_3	Институциональный	**Доля занятых в сфере малого и среднего предпринимательства (%)**. Демонстрирует эффективность регуляторной среды и уровень административного давления на бизнес.	Минэкономразвития России (Реестр МСП)
		Число созданных новых высокопроизводительных рабочих мест (ед.). Отражает качество институциональной поддержки высокотехнологичных секторов.	Росстат (Статистический сборник)
F_4	Социальный (кадровый)	**Уровень занятости населения в возрасте 15 лет и старше (%)**. Отражает способность властей балансировать рынок труда и минимизировать деструктивную безработицу.	Росстат (Обследования рабочей силы)
		Отношение среднемесячной заработной платы к стоимости фиксированного набора товаров и услуг (ед.). Свидетельствует о сохранении покупательской способности кадров.	Росстат (Регионы России)
F_5	Внешнеэкономический	**Темп роста объемов несырьевого неэнергетического экспорта (%)**. Показывает эффективность субсидирования экспорта и скорость переориентации на новые рынки.	Минэкономразвития России (Профиль региона)
		Количество действующих совместных предприятий с дружественными странами (ед.). Фиксирует успешность региональной внешнеэкономической дипломатии.	ФТС России / Минэкономразвития РФ

Источник: составлено автором
Расчеты производились в программной среде MS Excel.

Обсуждение

Практическая апробация предложенной пятифакторной модели на массиве данных индустриальных регионов Урала и Поволжья позволила выявить значительную дифференциацию адаптационных возможностей локальных экономик. Предполагается, что глубина макроэкономических шоков потребовала от региональных властей предельной концентрации ресурсов на прогрессивных направлениях хозяйствования. Полученные в результате расчетов субиндексы наглядно демонстрируют, каким образом смещение акцентов государственной поддержки определяют итоговые позиции регионов. Сводные данные, полученные по методике сглаживания и геометрического агрегирования первичных статистических параметров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета интегрального индекса эффективности экономической политики регионов (I_{eff}) в 2023-2025 гг.

Субъект Российской Федерации	2023	2024	2025	Изменение (+/-)
Республика Татарстан	0,549	0,509	0,711	+0,162
Свердловская область	0,413	0,592	0,749	+0,336
Республика Башкортостан	0,452	0,485	0,590	+0,138
Самарская область	0,380	0,320	0,495	+0,115
Челябинская область	0,198	0,130	0,124	-0,074
Пермский край	0,133	0,105	0,088	-0,045

Источник: рассчитано автором по данным Росстат, Минэкономразвития России, Минфина России, ФТС России [4-7].

Анализ динамики интегральных маркеров позволяет нам сделать вывод о том, что в пуле старопромышленных регионов сформировалось два противоположных тренда (см. рисунок 1). Так, Свердловская область показывает наиболее стремительный рост эффективности (индекс увеличился с 0,413 до 0,749), что можно связать с агрессивным развертыванием государственного оборонного заказа и сопутствующим технологическим переоснащением смежных секторов обрабатывающей промышленности [16]. Как отмечают В.В. Сулимин и В.В. Швецов, регионы с мощной базой машиностроения первыми абсорбируют федеральные «инвестиции» [18], что и позволило региону компенсировать дефицит ПИИ за счет внутренних источников и нарастить объемы выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью.

Республика Татарстан, в свою очередь, обладавшая в 2023 году максимальной сбалансированностью всех пяти анализируемых факторов, в 2024 году столкнулась с временным снижением интегрального показателя до 0,509. Данная флуктуация, с нашей точки зрения, была вызвана длительной инвестиционной паузой, связанной с принудительной переориентацией экспорта нефтехимического кластера и поиском новых контрагентов в Азиатско-Тихоокеанском регионе [19, 20]. Однако, уже к 2025 году, как видно, экономическая политика региона продемонстрировала высокое адаптивное качество, восстановив позиции до уровня 0,711. В данном случае можно утверждать, что институциональная зрелость административно-управленческой команды региона позволила оперативно купировать инфраструктурные ограничения и осуществить перезапуск логистических цепочек. Относительно положительную динамику адаптации показывают Республика Башкортостан и Самарская область; индексы данных регионов к 2025 году достигли позиций в 0,590 и 0,495, соответственно. Полагаем, что успех Башкортостана был достигнут во многом благодаря эффективному использованию институциональных механизмов поддержки бизнеса (территории опережающего развития, промышленные кластеры и проч.) [21], что подтверждает выводы экспертов [22].

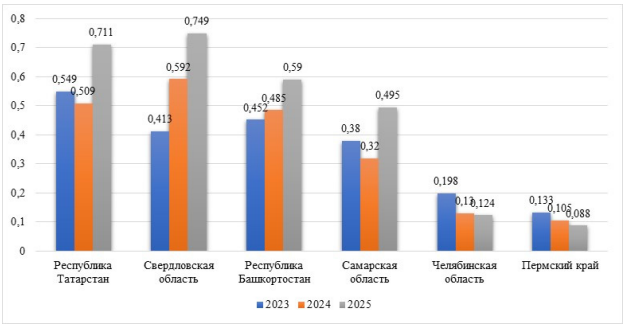


Рисунок 1 – Динамика интегрального индекса эффективности экономической политики регионов (I_{eff}) в 2023-2025 гг.
Источник: составлено автором по результатам расчетов

В Самарской области, значительно пострадавшей в 2022-2023 годах от реформирования автомобилестроительного сектора, региональная политика последующих двух годов была переориентирована на создание альтернативных производственных цепочек в сфере беспилотной авиации и точного машиностроения, что и позволило эффективно нивелировать риск негативного экономического тренда (Распоряжение Правительства Самарской области от 12.10.2023 № 539-р «Об утверждении Программы развития беспилотной авиации в Самарской области на 2024-2030 годы»).

Иная картина представлена Челябинской областью и Пермским краем; их индексы на протяжении трехлетнего периода стабильно удерживались на низком уровне с трендом к угасанию. Проводя декомпозицию факторов, мы заметили, что основным предиктором выступил дефицит кадров на рынке труда (фактор F_4), о чем свидетельствуют данные отчетов Минэкономразвития России. Следствием порогового уровня безработицы стала высокая конкуренция за человеческие ресурсы между предприятиями оборонно-промышленного и гражданского секторов [23, 24]. Из этого можно сделать вывод о том, что региональные инструменты стимулирования занятости оказались неготовыми к подобного рода структурным сдвигам, что, по итогу, и привело к кадровому голоду и замедлению инвестиционной активности человеческого капитала.

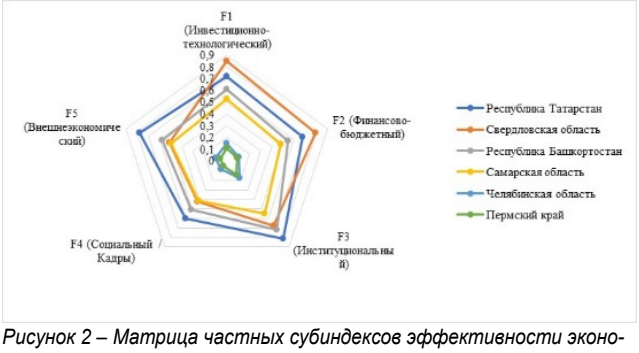


Рисунок 2 – Матрица частных субиндексов эффективности экономической политики индустриальных регионов РФ в 2025 году (срез моделей адаптации).
Источник: составлено автором по результатам расчетов

Рассматривая отдельные факторы (см. рисунок 2), необходимо сделать акцент на высокой финансовой самодостаточности двух регионов – Свердловской области и Республики Татарстан (фактор F_2), которая практически застраховала их бюджетные системы от кассовых разрывов в периоды трансформационных сдвигов. Одновременно с этим, как следует из выводов А.У. Фархутдиновой, сильная привязка региональных бюджетов к налогу на прибыль крупных монопредприятий может создавать угрозы для Пермского края, равно как и для Челябинской области [25]. Падение рентабельности черной металлургии и калийной промышленности в 2024-2025 годах по причине санкционных дисконтов существенно сократило фискальное пространство данных регионов, что не позволило органам власти осуществить достаточное субсидирование бизнеса, усилив технологическое отсеивание от лидеров.

В заключении также следует указать на внешнеэкономическое направление (фактор F_5). Мы эмпирически доказали, и данные выводы подтверждаются более купными исследованиями, что регионы, сделавшие ставку на развитие трансграничных связей в рамках коридора «Север – Юг» (в первую очередь республики Татарстан и Башкортостан), смогли восстановить досанкционным темпы роста оборота обрабатывающего сектора на несколько месяцев быстрее, чем регионы, замкнутые в замкнутые европейские рынки сбыта [26].

В целом, можно заключить о том, что в условиях структурной перестройки более высоко эффективной (результативной) является не та региональная политика, которая опирается на инерционные дотации, которая преобразует внешние ограничения, стимулируя институциональную и технологическую модернизацию, что подтверждают результаты проведенного нами многофакторного эконометрического мониторинга.

Заключение

Проведенное в рамках настоящей статьи исследование позволило продемонстрировать эффективность предложенного многофакторного подхода в направлении преодоления методологической ограниченности традиционных схем оценки результативности регионального управления. Разработанная эконометрическая модель интегрального индексирования доказала в результате апробации свою операционную пригодность, выявив глубокую поляризацию траекторий развития индустриальных регионов в условиях деформации макроэкономического пространства, ассоциированной вызовами глобального масштаба. Выявленный по итогам исследования феномен опережающей адаптации Свердловской области и Республики Башкортостан позволяет говорить о том, что устойчивость локальных хозяйственных систем в период структурных сдвигов определяется и зависит не столько от объемов валовых дотаций, сколько от гибкости регуляторных институтов и скорости переориентации внешнеэкономических связей с учетом реалий.

Научная и практическая значимость полученных результатов заключается в возможности их применения, в том числе, при необходимой адаптации, федеральными и ведомственными структурами при осуществлении мониторинга и коррекции направлений пространственного развития Российской Федерации и ее субъектов. Предложенная декомпозиция интегрального индекса до уровня частных субиндексов предоставляет региональным органам исполнительной власти функциональный инструмент для точечного купирования дисбалансов и лагов, включая кадровых дефицит и сужение фискальной базы. Описанный в рамках настоящей статьи алгоритм многофакторного нормирования может быть расширен для долгосрочного прогнозирования параметров устойчивости социально-экономических систем других макрорегионов.

Литература

1. Ударцев Н. С. Адаптивное управление социально-экономическим развитием региона в условиях глобальных вызовов: дисс. ... канд. эконом. наук: 5.2.3. – Екатеринбург, 2024. – 147 с.
2. Трансформации социально-экономического пространства России и стратегии территориального развития: экономические, институциональные, экологические проблемы и механизмы их решения: монография / Антонец В.Г., Белов П.С., Бессарабова А.А. [и др.]; под ред. Омельянович Л.А., Подкопаева О.А. – Самара: ПНК, 2025. – 388 с.
3. Структурная трансформация региональной экономики: монография / Т. В. Ускова, Е. В. Лукин, Е. Г. Леонидова [и др.]; под науч. рук. д.э.н., проф. Т. В. Усковой. – Вологда: Вологодский научный центр РАН, 2020. – 232 с.
4. Индексы промышленного производства по отдельным видам экономической деятельности по субъектам Российской Федерации // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 01.07.2026).
5. О текущей ситуации в российской экономике. Итоги 2025 года: экономический обзор // Минэкономразвития России: офиц. сайт. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/ekonomicheskie_obzory/o_tekushchey_situacii_v_rossiyskoy_ekonomike_itogi_2025_goda.html (дата обращения: 01.07.2026).
6. Оперативный доклад о ходе исполнения консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации (январь – декабрь 2025 года) // Счетная палата Российской Федерации: офиц. сайт. URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/a17/zr1us2ahf2g6b9b6z3k4ij6kdwim0dmr/Operdoklad-IV-2025-KBS-20260306.pdf (дата обращения: 01.07.2026).
7. Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации: стоимостные и товарные объемы экспорта-импорта // Федеральная таможенная служба (ФТС России): офиц. сайт. URL: https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg (дата обращения: 01.07.2026).
8. Суворова А. В. Особенности управления пространственным развитием экономики регионов в современных российских условиях // Фундаментальные исследования. 2021. №9. С. 53-58.

9. Жихаревич Б. С. Пространственные аспекты в стратегиях муниципальных районов // Региональная экономика. Юг России. 2021. Т. 9, № 1. С. 80-92.

10. Гранберг А. Г. Основы региональной экономики. – 3-е изд. – М.: ГУ ВШЭ, 2003. – 492 с.

11. Нелюбина Т. А., Романова О. А. Управление инновационной восприимчивостью социально-экономических систем / Отв. ред. А. И. Татаркин. – Екатеринбург, 2010. – 255 с.

12. Байназаров И.Н. Обеспечение устойчивости и сбалансированности как инструмент адаптации региональных экономических систем к санкционному давлению // Human Progress. 2026. Том 12, Вып. 1. С. 1-10.

13. Грязев С. Е., Юдин С. В. Адаптация региональных экономик к санкционному давлению: новые подходы к методологии и выбору инструментария // Экономика. Налоги. Право. 2026. №2. С. 92-99.

14. Климанов В.В., Михайлова А.А. Бюджетная политика крупнейших российских городов как инструмент ответа на глобальные вызовы // Финансы: теория и практика. 2024. № 28(4). С. 71-83.

15. Землянский Д. Ю., Климанов В. В. Устойчивость региональных бюджетов в условиях санкций в 2022-2024 годах // Журнал новой экономической ассоциации. 2025. № 1 (66). С. 209-316.

16. Mazziotta M., Pareto A. Data normalization for aggregating time series: the constrained min-max method // RIEDS - Rivista Italiana di Economia, Demografia e Statistica – The Italian Journal of Economic, Demographic and Statistical Studies, SIEDS Societa' Italiana di Economia Demografia e Statistica. 2021. Vol. 75(4). P. 86-96.

17. Хохрякова М. Мантуров на ИННОПРОМе призвал усилить эффект от нацпроектов. – 07.07.2026 // АиФ. ULR: https://ural.aif.ru/society/manturov-na-innoprome-prizval-usilit-effekt-ot-nacproektov (дата обращения: 07.07.2026).

18. Сулимин В. В., Шведов В. В. Совершенствование стратегий социально-экономического развития и экономической безопасности свердловской области в условиях нестабильной макроэкономической среды // Вестник Академии знаний. 2024. №4 (63). С. 359-365.

19. «Нижнекамскнефтехим» объяснил рост дебиторской задолженности в 2024 г. переориентацией экспорта. – 23.06.2025 // Интерфакс. ULR: https://www.interfax.ru/business/1032673 (дата обращения: 07.07.2026).

20. Отчёт о результатах деятельности Кабинета Министров Республики Татарстан за 2024 год. – Казань, 2025. – 254 с.

21. Башкирия усилила позиции в рейтинге эффективности управления в регионах РФ. – 22.01.2026 // Башинформ. ULR: https://www.bashinform.ru/news/analytics/2026-01-22/bashkiriya-usilila-pozitsii-v-reytinge-effektivnosti-upravleniya-v-regionah-rf-4546000 (дата обращения: 07.07.2026).

22. Байназаров Н. Резиденты ТОР в Башкирии за полгода вложили в экономику ₽2,5 млрд. – 01.08.2025 // РБК. Башкортостан. ULR: https://ufa.rbc.ru/ufa/01/08/2025/688cae2e9a79471edbc761d8 (дата обращения: 07.07.2026).

23. Гаврилюк О. В Челябинской области кадровый дефицит идёт на спад. Теперь официально. – 16.01.2025 // 31TV. ULR: https://31tv.ru/novosti/348275/ (дата обращения: 07.07.2026).

24. «Дело в деньгах и людях»: промышленности не хватает ресурсов. – 08.04.2024 // Решение, Пермский край. РБК. ULR: https://perm.plus.rbc.ru/news/660fe8647a8aa96af39f28ad (дата обращения: 07.07.2026).

25. Фархутдинова А.У. Самодостаточность: экономический анализ, критерии и оценка регионов Приволжского федерального округа // Ars Administrandi. 2026. №1. С. 108-131.

26. Опойкова Е.А. Развитие внешнеэкономической деятельности в регионах России в условиях глобальных ограничений: пространственно-функциональная динамика, угрозы и возможности: дисс. ... канд. эконом. наук: 5.2.3. – Воронеж, 2026. – 247 с

Multi-factor approach to evaluating the effectiveness of regional economic policy in the russian federation under structural transformation

Khachatryan G.A.
Russian University of Cooperation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to studying the performance of sub-federal management and assessing the quality of economic policy in the constituent entities of the Russian Federation under conditions of deep structural economic restructuring. The author outlines the relevance and significance of the research topic; the main emphasis is placed on the problem of rethinking traditional monocriterial approaches to monitoring the activities of regional executive authorities in the context of the need for rapid adaptation of local markets to foreign economic shocks. A comprehensive multi-factor methodological toolkit is proposed, based on the regional policy decomposition into five analytical blocks and the application of a linear minimax normalization procedure for multi-dimensional statistical parameters. The sub-indices were aggregated using the simple arithmetic mean formula, while the regional economic policy efficiency index was calculated using the geometric mean, followed by the stratification of six largest industrial regions of the Volga and Ural Federal Districts with the construction of an original efficiency dynamics matrix for 2023–2025. The key result of the study is the mathematical justification of the adaptive trajectories polarity of old industrial territories. It is proved that the success of transformation processes is determined not by the scale of budget subsidies, but by the maturity of institutions and the speed of regions' inclusion in new logistical corridors. Recommendations are formulated for the targeted mitigation of spatial imbalances, in particular, the existing personnel shortage in the labor market. The practical value of the results lies in the possibility of their application by authorities to reduce fiscal risks and adjust long-term regional development programs.

Keywords: regional economic policy, five-factor model, integral index, structural transformation, industrial regions, management efficiency, spatial development.

References

1. Udartsev N. S. Adaptive management of socio-economic development of the region in the context of global challenges: dissertation of the Candidate of Economics. Sciences: 5.2.3. – Yekaterinburg, 2024. – 147 p.
2. Transformations of the socio-economic space of Russia and strategies of territorial development: economic, institutional, environmental problems and mechanisms for their solution: a monograph / Antonets V.G., Belov P.S., Bessarabova A.A. [et al.]; ed. Omelyanovich L.A., Podkopaeva O.A. Samara: PNK, 2025, 388 p.
3. Structural transformation of the regional economy: a monograph / T. V. Uskova, E. V. Lukin, E. G. Leonidova [et al.]; under the scientific direction of Doctor of Economics, Professor T. V. Uskova. Vologda: Vologda Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2020. 232 p.
4. Industrial production indices for certain types of economic activity in the subjects of the Russian Federation // Federal State Statistics Service (Rosstat): official. website. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (date of request: 07/01/2026).
5. About the current situation in the Russian economy. The results of 2025: an economic review // Ministry of Economic Development of Russia: official website. website. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/ekonomicheskie_obzory/o_tekushchey_situacii_v_rossiyskoy_ekonomike_itogi_2025_goda.html (date of notification: 07/01/2026).
6. Operational report on the implementation of the consolidated budgets of the subjects of the Russian Federation (January – December 2025) // Accounting Chamber of the Russian Federation: official. website. URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/a17/zr1us2ahf2g6b9b6z3k4ij6kdwim0dmr/Operdoklad-IV-2025-KBS-20260306.pdf (date of reference: 07/01/2026).
7. Customs statistics of foreign trade of the Russian Federation: total and commodity volumes of exports and imports // Federal Customs Service (FCS of Russia): official. website. URL: https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg (date of request: 07/01/2026).
8. Suvorova A.V. Features of managing the spatial development of the regional economy in modern Russian conditions // Fundamental research. 2021. No. 9. pp. 53-58.
9. Zhikharevich B. S. Spatial aspects in strategies of municipal districts // Regional Economy. The South of Russia. 2021. Vol. 9, No. 1. pp. 80-92.
10. Granberg A. G. Fundamentals of Regional Economics, 3rd ed.– Moscow: Higher School of Economics, 2003, 492 p.
11. Nelyubina T. A., Romanova O. A. Management of innovative susceptibility of socio-economic systems / Ed. by A. I. Tatarkin. – Esa-Edinburgh, 2010. 255 p.
12. Baynazarov I.N. Ensuring sustainability and balance as a tool for adapting regional economic systems to sanctions pressure // Human Progress. 2026. Volume 12, Issue 1. pp. 1-10.
13. Gryazev S.E., Yudin S. V. Adaptation of regional economies to sanctions pressure: new approaches to methodology and choice of tools // Economy. Taxes. Right. 2026. No. 2. pp. 92-99.
14. Klimanov V.V., Mikhailova A.A. Budget policy of the largest Russian cities as a tool for responding to global challenges // Finance: theory and practice. 2024. No. 28(4). pp. 71-83.
15. Zemlyansky D. Yu., Klimanov V. V. Sustainability of regional budgets under sanctions in 2022-2024 // Journal of the New Economic Association. 2025. No. 1 (66). pp. 209-316.
16. Mazziotta M., Pareto A. Data normalization for aggregating time series: the constrained min-max method // RIEDS - Rivista Italiana di Economia, Demografia e Statistica – The Italian Journal of Economic, Demographic and Statistical Studies, SIEDS Societa' Italiana di Economia Demografia e Statistica. 2021. Vol. 75(4). pp. 86-96.
17. Khokhryakova M. Manturov called on INNOPROM to enhance the effect of national projects. – 07.07.2026 // AiF. ULR: https://ural.aif.ru/society/manturov-na-innoprome-prizval-usilit-effekt-ot-nacproektov (date of reference: 07.07.2026).
18. Sulimin V. V., Shvedov V. V. Improving strategies for socio-economic development and economic security of the Sverdlovsk region in an unstable macroeconomic environment // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2024. No. 4 (63). pp. 359-365.
19. Nizhnekamskneftekhim attributed the increase in accounts receivable in 2024 to the reorientation of exports. – 23.06.2025 // Interfax. ULR: https://www.interfax.ru/business/1032673 (date of request: 07.07.2026).
20. Report on the results of the activities of the Cabinet of Ministers of the Republic of Tatarstan for 2024. – Kazan, 2025. – 254 p.
21. Bashkiria has strengthened its position in the management efficiency rating in the regions of the Russian Federation. – 01/22/2026 // Bashinform. ULR: https://www.bashinform.ru/news/analytics/2026-01-22/bashkiriya-usilila-pozitsii-v-reytinge-effektivnosti-upravleniya-v-regionah-rf-4546000 (date of reference: 07.07.2026).
22. Baynazarov N. Residents of the TOP in Bashkiria have invested 2.5 billion rubles in the economy in six months - 08/01/2025 // RBC. Bashkortostan. ULR: https://ufa.rbc.ru/ufa/01/08/2025/688cae2e9a79471edbc761d8 (date of request: 07.07.2026).
23. Gavrilyuk O. In the Chelyabinsk region, the staffing shortage is on the decline. It's official now. – 01/16/2025 // 31TV. ULR: https://31tv.ru/novosti/348275 / (date of reference: 07.07.2026).

Формирование системы стратегического контроллинга в промышленных организациях в условиях цифровой трансформации

Сюзева Ольга Валериевна
доцент кафедры менеджмента, Московский международный университет; кандидат экономических наук, доцент кафедры финансово-экономического и бизнес-образования, Государственный университет просвещения, olga-suzeva@yandex.ru,

Лавров Михаил Николаевич
кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой финансово-экономического и бизнес-образования, Государственный университет просвещения; доцент кафедры продюссерства исполнительских искусств, Российская академия музыки имени Гнесиных, doptaganka@yandex.ru,

Холодков Денис Александрович
аспирант, экономический факультет, Государственный университет просвещения, d.kholodkov@mail.ru

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты формирования системы стратегического контроллинга в промышленных организациях в условиях цифровой трансформации. Обоснована актуальность развития контроллинга как инструмента информационно-аналитического обеспечения стратегического управления, позволяющего повысить обоснованность управленческих решений, обеспечить согласование долгосрочных целей предприятия с ресурсными возможностями и адаптировать бизнес-процессы к изменениям внешней среды. Особое внимание уделено влиянию цифровых технологий на трансформацию функций контроллинга: переходу от ретроспективного анализа к прогнозной аналитике, интеграции данных из ERP-, BI- и MES-систем, формированию цифровых панелей мониторинга и использованию ключевых показателей эффективности в режиме реального времени. В рамках исследования раскрывается роль стратегического контроллинга в повышении устойчивости, конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности промышленных организаций. Показано, что цифровизация расширяет возможности контроллинга за счет автоматизации сбора и обработки данных, повышения прозрачности управленческой информации, развития сценарного моделирования и раннего выявления стратегических рисков. Сделан вывод о необходимости формирования интегрированной системы стратегического контроллинга, объединяющей финансовые, производственные, инновационные и риск-ориентированные показатели, а также обеспечивающей связь между стратегическим планированием, бюджетированием и оценкой результативности деятельности промышленного предприятия.
Ключевые слова: стратегический контроллинг, промышленная организация, цифровая трансформация, управленческая аналитика, стратегическое управление, KPI, цифровые технологии, устойчивое развитие.

Введение

Технологическое развитие промышленных организаций в условиях цифровой трансформации, усиления конкурентного давления, санкционных ограничений, роста стоимости ресурсов и повышения требований к управленческой прозрачности всё в большей мере определяется способностью предприятий формировать эффективные системы стратегического управления. В современных условиях промышленная организация должна не только обеспечивать выполнение производственных и финансовых планов, но и своевременно выявлять стратегические отклонения, оценивать риски, корректировать долгосрочные цели и согласовывать их с ресурсными, технологическими и организационными возможностями.

Данная проблема приобретает особую значимость применительно к промышленным предприятиям, поскольку они характеризуются высокой капиталоёмкостью, сложной производственной структурой, длительными инвестиционными циклами, зависимостью от технологической инфраструктуры и необходимостью постоянного обновления производственных процессов. В этих условиях традиционные инструменты планирования, управленческого учета, бюджетирования и контроля уже не в полной мере обеспечивают руководство предприятия своевременной, комплексной и прогнозной информацией, необходимой для принятия стратегических решений. Особую роль в решении данной задачи играет стратегический контроллинг, который выступает не только инструментом контроля выполнения планов, но и комплексной информационно-аналитической системой поддержки стратегического управления. В условиях цифровой трансформации стратегический контроллинг приобретает новое содержание: он всё в большей степени ориентируется на интеграцию данных из ERP-, MES-, CRM-, BI- и иных корпоративных информационных систем, использование цифровых панелей мониторинга, прогнозной аналитики, сценарного моделирования и риск-ориентированных показателей.

В зарубежной литературе накоплен значительный массив исследований, посвящённых контроллингу, управлению эффективностью и стратегическому измерению результатов деятельности организаций. К числу наиболее значимых относятся работы П. Хорвата, в которых контроллинг рассматривается как практико-ориентированная концепция координации планирования, контроля и информационного обеспечения управления. Существенный вклад в развитие методологии контроллинга внесли Ю. Вебер и У. Шеффер, трактующие контроллинг как функцию поддержки менеджмента и согласования управленческих процессов. Для раскрытия стратегического аспекта контроллинга особое значение имеют разработки Р. Каплана и Д. Нортона, предложивших сбалансированную систему показателей как инструмент перевода стратегии в систему измеримых целей и индикаторов. В российской научной традиции вопросы контроллинга и его применения в организациях раскрываются в работах А. М. Карминского, С. Г. Фалько, Н. И. Оленева, А. Г. Примака, В. В. Семенова и других исследователей. В данных работах контроллинг рассматривается как система информационно-аналитического обеспечения управления, включающая планирование, учет, контроль, анализ и подготовку управленческой отчетности. Отдельное значение имеют исследования, посвящённые контроллингу на промышленных предприятиях, где раскрываются инструменты оперативного и стратегического контроллинга, бюджетирования, анализа отклонений, инвестиционных расчетов и оценки эффективности деятельности.

Вопросы цифровизации контроллинга, стратегического управления промышленными предприятиями, применения BI-инструментов, цифровых панелей мониторинга и предиктивной аналитики рассматриваются в работах современных российских и зарубежных авторов. Однако большинство исследований либо раскрывает контроллинг преимущественно в традиционной логике управленческого учета и бюджетирования, либо анализирует цифровую трансформацию как самостоятельный процесс, не показывая в достаточной степени механизм их интеграции в единую систему стратегического управления промышленной организацией.

Научный разрыв заключается в том, что в существующих исследованиях недостаточно разработан целостный подход к формированию системы стратегического контроллинга промышленной организации в условиях цифровой трансформации, который одновременно учитывал бы специфику промышленного производства, стратегические цели пред-

приятия, цифровые данные, систему KPI, бюджетирование, риск-ориентированную аналитику и механизмы управленческой корректировки. В научной литературе достаточно подробно рассматриваются отдельные элементы данной проблематики: управленческий учет, бюджетирование, стратегический контроллинг, система сбалансированных показателей, цифровизация бизнес-процессов, ERP-, MES- и BI-системы, риск-менеджмент. Однако недостаточно раскрыт механизм их объединения в единую цифрово-ориентированную систему стратегического контроллинга, обеспечивающую переход от ретроспективной оценки результатов к проактивному управлению развитием промышленной организации.

Практическая значимость данной проблемы определяется тем, что во многих промышленных организациях цифровые технологии внедряются фрагментарно. Научная значимость исследования заключается в развитии теоретических представлений о стратегическом контроллинге как интегрированной цифрово-ориентированной системе информационно-аналитического обеспечения стратегического управления промышленной организацией. Практическая значимость состоит в возможности использования предложенных положений при разработке системы стратегических KPI, цифровых панелей мониторинга, регламентов стратегического контроля, моделей управленческой отчетности, системы раннего предупреждения стратегических отклонений и оценки эффективности цифровых проектов на промышленных предприятиях.

Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью разработки целостного подхода к формированию стратегического контроллинга, способного обеспечить интеграцию стратегических целей, цифровых данных, управленческой аналитики, бюджетирования, риск-ориентированных показателей и механизмов корректировки решений в единую систему управления промышленной организацией в условиях цифровой трансформации.

Объекты и методы исследования

Настоящее исследование выполнено в формате теоретико-прикладного анализа, направленного на обоснование подходов к формированию системы стратегического контроллинга в промышленных организациях в условиях цифровой трансформации.

Объектом исследования выступают промышленные организации, функционирующие в условиях технологического обновления, цифровизации бизнес-процессов и роста требований к качеству стратегического управления. Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, возникающие в процессе формирования системы стратегического контроллинга, а также инструменты информационно-аналитического обеспечения управленческих решений. Методологическую основу исследования составили системный, процессный, стратегический и риск-ориентированный подходы. В качестве методов использованы сравнительный анализ научных источников, структурно-функциональный анализ, контент-анализ открытых материалов о цифровизации промышленных предприятий, логико-модельное проектирование и экспертно-аналитическое обобщение. Эмпирическую базу исследования составили научные публикации по вопросам контроллинга, стратегического управления и цифровой трансформации, материалы промышленных организаций, аналитические обзоры, а также данные о применении ERP-, MES-, CRM-, BI-систем, цифровых панелей мониторинга, KPI, бюджетирования и управленческой отчетности. В исследовании стратегический контроллинг рассматривается как интегрированная цифрово-ориентированная система, обеспечивающая связь стратегических целей, цифровых данных, KPI, бюджетных показателей, риск-аналитики и механизмов корректировки управленческих решений. Эмпирическую базу исследования составляют открытые источники.

Результаты

Проведённое исследование показало, что в условиях цифровой трансформации стратегический контроллинг в промышленных организациях должен рассматриваться не только как инструмент контроля выполнения планов, но и как интегрированная информационно-аналитическая система поддержки стратегического управления. Такой подход соответствует современным представлениям о контроллинге как функции координации планирования, учета, анализа, контроля и информационного обеспечения менеджмента [1; 2; 4].

В традиционной модели контроллинг преимущественно ориентирован на бюджетирование, управленческий учет, анализ отклонений и подготовку отчетности. Однако в условиях цифровизации его функции расширяются за счет интеграции данных из ERP-, MES-, CRM- и BI-систем, использования цифровых дашбордов, прогнозной аналитики, риск-индикаторов и инструментов сценарного моделирования [7; 8; 10]. Это позволяет перейти от ретроспективной оценки результатов к проактивному управлению стратегическим развитием промышленной организации. Основные направления трансформации функций стратегического контроллинга представлены в таблице 1.

Таблица 1

Трансформация функций стратегического контроллинга в условиях цифровизации

Функция стратегического контроллинга	Традиционное содержание	Содержание в условиях цифровой трансформации
Планирование	Формирование стратегических и бюджетных планов	Сценарное планирование на основе цифровых данных
Контроль	Анализ отклонений по итогам отчетного периода	Мониторинг отклонений в режиме, близком к реальному времени
Управленческий учет	Сбор и обработка финансово-экономической информации	Интеграция данных из ERP-, MES-, CRM- и BI-систем
Бюджетирование	Контроль исполнения бюджетов	Динамическое бюджетирование с учетом рисков и прогнозов
KPI	Оценка выполнения целевых показателей	Цифровые панели KPI и автоматизированная аналитика
Риск-менеджмент	Выявление отдельных рисков	Предиктивная аналитика и система раннего предупреждения
Отчетность	Подготовка периодических отчетов	Интерактивные дашборды для поддержки управленческих решений

Источник: составлено автором по данным исследования

Как видно из таблицы 1, ключевое изменение заключается в усилении прогнозной, координационной и риск-ориентированной функции контроллинга. Если ранее он преимущественно фиксировал отклонения, то в цифровой среде стратегический контроллинг должен обеспечивать раннее выявление проблемных зон, прогнозирование последствий управленческих решений и своевременную корректировку стратегии предприятия.

В ходе исследования установлено, что цифровая трансформация не заменяет систему контроллинга, а формирует новую технологическую основу для её развития. ERP-системы обеспечивают финансово-ресурсный контур, MES-системы — производственно-технологический контур, CRM-системы — клиентский и рыночный контур, BI-платформы — аналитическую визуализацию и управленческую отчетность. В совокупности данные инструменты позволяют сформировать единый цифровой контур стратегического контроллинга [8; 11; 12]. Основные цифровые инструменты стратегического контроллинга систематизированы в таблице 2.

Систематизация цифровых инструментов позволяет сделать вывод, что их управленческий эффект возникает только при включении в единую архитектуру стратегического контроллинга. Фрагментарное внедрение отдельных цифровых решений автоматизирует отдельные функции, но не обеспечивает целостного стратегического управления. Поэтому центральной задачей становится интеграция цифровых данных, KPI, бюджетирования, риск-аналитики и механизмов корректировки решений. Логика формирования системы стратегического контроллинга промышленной организации представлена на рисунке 1.

Представленная схема показывает, что стратегический контроллинг должен обеспечивать движение управленческой информации от стратегических целей к системе KPI, далее — к цифровым источникам данных, аналитике отклонений и управленческой корректировке. Такая логика позволяет связать стратегическое планирование с операционной деятельностью предприятия и обеспечить непрерывный управленческий цикл.

Таблица 2

Цифровые инструменты стратегического контроллинга промышленной организации

Цифровой инструмент	Назначение в системе контроллинга	Управленческий эффект
ERP-системы	Интеграция финансовых, ресурсных и учетных данных	Повышение прозрачности планирования и контроля
MES-системы	Мониторинг производственных процессов	Снижение отклонений в производственном контуре
CRM-системы	Анализ клиентских, сбытовых и рыночных данных	Согласование стратегии с рыночным спросом
BI-платформы	Визуализация данных и формирование аналитической отчетности	Ускорение анализа и принятия решений
Цифровые дашборды	Мониторинг KPI и стратегических отклонений	Оперативная управленческая корректировка
Предиктивная аналитика	Прогнозирование рисков, затрат и результатов	Переход к проактивному управлению
Системы бюджетирования	Планирование и контроль финансовых ресурсов	Связь стратегии с бюджетами и инвестициями
RiskTech-инструменты	Оценка и моделирование рисков	Повышение устойчивости предприятия

Источник: составлено автором по данным исследования

На основе проведённого анализа выделены базовые структурные элементы системы стратегического контроллинга промышленной организации: стратегические цели, KPI, бюджетный контур, управленческий учет, производственный контур, риск-аналитика, цифровые инструменты анализа и механизм обратной связи. Их содержание представлено в таблице 3.

Результаты исследования позволяют определить стратегический контроллинг в условиях цифровой трансформации как цифрово-ориентированную систему информационно-аналитического обеспечения управления, которая объединяет стратегические цели, KPI, бюджетирование, управленческий учет, риск-аналитику и цифровые данные предприятия.

Рис.1. Схема формирования системы стратегического контроллинга промышленной организации.
Источник: составлено авторами

Таблица 3
Структурные элементы системы стратегического контроллинга промышленной организации

Элемент системы	Содержание	Роль в управлении промышленной организацией
Стратегические цели	Долгосрочные ориентиры развития предприятия	Определяют направление системы контроллинга
KPI	Количественные показатели достижения целей	Переводят стратегию в измеримые параметры
Бюджетный контур	Финансовые планы, лимиты, инвестиционные бюджеты	Обеспечивает ресурсную увязку стратегии
Управленческий учет	Данные о затратах, доходах, процессах и результатах	Формирует информационную базу решений
Производственный контур	Показатели выпуска, качества, простоев, загрузки мощностей	Связывает стратегию с операционной деятельностью
Риск-аналитика	Оценка внутренних и внешних угроз	Позволяет учитывать неопределенность
Цифровая аналитика	BI-платформы, дашборды, прогнозные модели	Обеспечивает скорость и наглядность анализа
Обратная связь	Корректировка планов, бюджетов, KPI и управленческих решений	Завершает управленческий цикл

Источник: составлено автором по данным исследования

Таким образом, в результате исследования установлено, что развитие стратегического контроллинга в промышленных организациях связано с переходом от традиционной модели контроля и отчетности к интегрированной цифрово-ориентированной системе поддержки стратегического управления. Однако выявленные элементы и инструменты требуют обсуждения с точки зрения условий их практического применения, ограничений внедрения и возможных управленческих эффектов. Это определяет необходимость перехода к разделу «Обсуждение», в котором раскрываются организационно-экономические аспекты реализации стратегического контроллинга в цифровой среде.

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что стратегический контроллинг в условиях цифровой трансформации должен выполнять не вспомогательную, а системообразующую функцию в управлении промышленной организацией. Его значение возрастает в связи с усложнением производственных процессов, ростом объёма управленческих данных, повышением требований к скорости принятия решений и необходимостью адаптации предприятия к изменениям внешней среды.

Вместе с тем внедрение цифровых инструментов само по себе не гарантирует повышения эффективности управления. Если ERP-, MES-, CRM- и BI-системы используются изолированно, без связи со стратегическими целями, KPI, бюджетированием и риск-менеджментом, цифровизация приводит лишь к автоматизации отдельных функций. В этом случае не формируется полноценный управленческий эффект, поскольку данные остаются разрозненными, а стратегические решения продолжают приниматься на основе неполной или несвоевременной информации [7; 8; 11].

Особое значение имеет интеграция стратегического контроллинга с системой управления рисками. В условиях технологической неопределенности, изменения рыночного спроса, роста стоимости ресурсов и внешних ограничений промышленная организация должна не только отслеживать выполнение планов, но и оценивать вероятность отклонений. Поэтому риск-аналитика становится обязательным элементом стратегического контроллинга.

В традиционной системе управленческая отчетность часто формируется после завершения отчетного периода, а корректировка решений имеет запаздывающий характер. В цифрово-ориентированной системе информация поступает из разных контуров предприятия, обрабатывается с использованием аналитических инструментов и применяется для текущей корректировки стратегических и операционных решений.

С практической точки зрения стратегический контроллинг может применяться по нескольким направлениям: формирование системы стратегических KPI, разработка цифровых дашбордов, интеграция управленческого учета и бюджетирования, оценка эффективности цифровых проектов, построение системы раннего предупреждения отклонений и повышение прозрачности управленческих решений. Основные направления практического применения представлены в таблице 4.

Представленные направления подтверждают, что стратегический контроллинг в цифровой среде выполняет не только контрольную, но и координационную, аналитическую и адаптационную функции. Его практическая ценность состоит в том, что он позволяет промышленной организации согласовать долгосрочную стратегию с операционными процессами, финансовыми ресурсами, цифровыми проектами и риск-параметрами.

В научном плане предложенный подход развивает положения классической школы контроллинга [1; 2; 4], дополняя их цифровым и риск-ориентированным содержанием. В отличие от традиционных моделей, где контроллинг преимущественно связан с планированием, учетом и анализом отклонений, цифрово-ориентированный стратегический контроллинг предполагает использование данных в режиме, близком к реальному времени, формирование прогнозных сценариев и постоянную корректировку управленческих решений.

Таблица 4
Практическое применение стратегического контроллинга в промышленных организациях

Направление применения	Содержание	Ожидаемый результат
Формирование стратегических KPI	Разработка показателей по финансовым, производственным, инновационным и риск-блокам	Повышение измеримости стратегии
Цифровой мониторинг	Создание дашбордов для руководства	Сокращение времени выявления отклонений
Интеграция данных	Объединение ERP-, MES-, CRM-, BI-систем и управленческой отчетности	Формирование единого информационного контура
Контроль цифровых проектов	Оценка эффективности цифровых инвестиций	Повышение отдачи от цифровизации
Риск-ориентированное управление	Включение риск-индикаторов в систему контроллинга	Повышение устойчивости предприятия
Корректировка стратегии	Регулярная актуализация целей, бюджетов и показателей	Повышение адаптивности управления

Источник: составлено автором по данным исследования

Таким образом, обсуждение результатов показывает, что ключевым условием эффективности стратегического контроллинга является не простое внедрение цифровых технологий, а их организационно-экономическая интеграция в систему стратегического управления промышленной организацией.

Заключение

Проведённое исследование позволило обосновать необходимость формирования системы стратегического контроллинга в промышленных организациях в условиях цифровой трансформации. Установлено, что традиционные инструменты планирования, учета, бюджетирования и контроля уже не в полной мере отвечают требованиям современной про-

мышленной организации, функционирующей в условиях технологического обновления, рыночной неопределенности, роста управленческой сложности и увеличения объёма цифровых данных.

Научная значимость исследования заключается в развитии представлений о стратегическом контроллинге как инструменте проактивного управления промышленной организацией в цифровой среде. В отличие от традиционного подхода, ориентированного преимущественно на контроль и анализ отклонений, предложенный подход акцентирует внимание на интеграции цифровых данных, прогнозной аналитики, риск-индикаторов и механизмов корректировки управленческих решений.

Практическая значимость результатов состоит в возможности их использования промышленными организациями при разработке системы стратегических KPI, создании цифровых панелей мониторинга, интеграции управленческой отчетности, оценке эффективности цифровых проектов и построении системы раннего предупреждения стратегических отклонений.

Таким образом, формирование системы стратегического контроллинга в условиях цифровой трансформации позволяет промышленным организациям перейти от фрагментарного контроля отдельных показателей к комплексному проактивному управлению устойчивостью, адаптивностью и эффективностью развития.

Литература

1. Строев, В. В. Трансформация государственного управления высокотехнологичными предприятиями с активным использованием современной системы контроллинга на основе цифровых решений / В. В. Строев, С. В. Чуев, А. И. Тихонов // Муниципальная академия. – 2023. – № 3. – С. 82-90. – DOI 10.52176/2304831X_2023_03_82. – EDN BVCPMA.
2. Моттаева, А. Б. Возможности адаптации зарубежного опыта государственного управления землями крупных городов в РФ / А. Б. Моттаева, А. Б. Моттаева // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 1(54). – С. 121-123. – EDN TLRWCD.
3. Стратегическое управление предприятиями в условиях цифровой трансформации / Н. М. Винтер, Е. П. Задворнева, Т. Г. Гарбузова, О. В. Косникова // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 9, № 8(161). – С. 32-41. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.08.09.004. – EDN MAIDMX.
4. Боташева, Л. С. Цифровая трансформация и ее влияние на стратегическое управление организацией / Л. С. Боташева, Ф. Э. Абазалиева // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности. – 2025. – № 14. – С. 67-73. – EDN PUPLLR.
5. Моттаева, А. Б. Проблемы пространственного развития российской экономики / А. Б. Моттаева, А. Б. Моттаева // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 5(70). – С. 445-448. – EDN VZYZAJ.
6. Нечеухина, Н. С. Контроллинг как механизм повышения эффективности промышленного предприятия в условиях применения цифровых технологий / Н. С. Нечеухина, Н. А. Полозова, Т. И. Буянова // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, № 4. – С. 176-186. – DOI 10.18721/JE.10417. – EDN ZGIWWL.
7. Крупнов, Ю. А. Тенденции и перспективы развития мирового энергетического рынка: прогноз на 2025 г / Ю. А. Крупнов, А. Б. Моттаева // E-Management. – 2025. – Т. 8, № 1. – С. 43-54. – DOI 10.26425/2658-3445-2025-8-1-43-54. – EDN OVQJAM.
8. Мухин, В. И. Разработка системы стратегического контроллинга бизнес-процессов на промышленном предприятии / В. И. Мухин // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. – № 12(36). – С. 81. – EDN RAHQOZ.
9. Ялалова, А. И. Стратегическое управление промышленными предприятиями региона в условиях цифровой трансформации: проблемы и направления их решений / А. И. Ялалова // Управленческий учет. – 2023. – № 8. – С. 360-367. – DOI 10.25806/uu82023360-367. – EDN DOIWOZ.
10. Моттаева, А. Б. Стратегическое планирование на мезоуровне и на уровне отдельных промышленных предприятий в рамках развития отраслевых кластеров / А. Б. Моттаева, Д. В. Князев // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 10-1(75). – С. 626-630. – EDN WMSRVJ.

Formation of a strategic controlling system in industrial organizations in the context of digital transformation

Suzeva O.V., Lavrov M.N., Kholodkov D.A.

Moscow International University, State University of Education, Gnessin Russian Academy of Music

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article discusses the theoretical and practical aspects of the formation of a strategic controlling system in industrial organizations in the context of digital transformation. The relevance of controlling development as a tool for information and analytical support of strategic management is substantiated, which makes it possible to increase the validity of management decisions, ensure the alignment of long-term goals of the enterprise with resource capabilities and adapt business processes to changes in the external environment. Special attention is paid to the impact of digital technologies on the transformation of controlling functions: the transition from retrospective analysis to predictive analytics, the integration of data from ERP, BI and MES systems, the formation of digital dashboards and the use of key performance indicators in real time.

The research reveals the role of strategic controlling in increasing the sustainability, competitiveness and investment attractiveness of industrial organizations. It is shown that digitalization expands the possibilities of controlling by automating data collection and processing, increasing the transparency of management information, developing scenario modeling and early identification of strategic risks. It is concluded that it is necessary to form an integrated strategic controlling system that combines financial, production, innovation and risk-oriented indicators, as well as providing a link between strategic planning, budgeting and performance assessment of an industrial enterprise.

Keywords: strategic controlling, industrial organization, digital transformation, management analytics, strategic management, KPI, digital technologies, sustainable development.

References

1. Stroev, V. V. Transformation of public administration by high-tech enterprises with the active use of a modern controlling system based on digital solutions / V. V. N. Stroev, S. N. Chuev, A. Prize winner. Tikhonov // Municipal Academy. – 2023. – No. 3. -pp. 82-90. – DOI 10.52176/2304831X_2023_03_82. – EDN BVCPMA.
2. Mottaeva, A. B. Possibilities of adaptation of foreign experience of state management of lands of large cities in the Russian Federation / A. B. Mottaeva, A. B. Mottaeva / / Economics and entrepreneurship. – 2015. – № 1(54). - Pp. 121-123. – EDN TLRWCD.
3. Strategic management of enterprises in the context of digital transformation / N. M. N. Winter, E. N. In accordance with P. Zadvorneva, T. N. G. Garbuzova, O. N. V. N. Kosnikova / / Economics and management: problems, solutions. – 2025. - T. N. 9, No. 8(161). -pp. 32-41. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.08.09.004. – EDN MAIDMX.
4. Botasheva, L. N. In the opinion of senior researcher, Digital transformation and its impact on the strategic management of an organization / L. N. In the opinion of senior researcher, Botasheva, F. N. E. Bazalieva / / The company's strategy in the context of increasing its competitiveness. – 2025. – No. 14. -PP. 67-73. – EDN PUPLLR.
5. . Mottaeva, A. B. Problems of spatial development of the Russian economy / A. N. B. N. Mottaeva, A. B.. Mottaeva / / Economics and entrepreneurship. – 2016. – № 5(70). - Pp. 445-448. – EDN VZYZAJ.
6. Necheukhina, N. In the opinion of S. N. Controlling as a mechanism for increasing the efficiency of an industrial enterprise in the context of the use of digital technologies / N. In the opinion of S. N. Necheukhina, N. A. N. Polozova, T. N. Prize winner. Buyanova / / Scientific and Technical Bulletin of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic Sciences – 2017. - T. N. 10, No. 4. - S. N. 176-186. – DOI 10.18721/JE.10417. – EDN ZGIWWL.
7. Krupnov, Yu. N. A. n. Trends and prospects of the global energy market development: forecast for 2025 / Yu. A. Krupnov, A. B. Mottaeva / E-Management. – 2025. - T. N. 8, No. 1. - S. N. 43-54. – DOI 10.26425/2658-3445-2025-8-1-43-54. – EDN OVQJAM.
8. Mukhin, V. N. Prize winner. Development of a strategic business process control system at an industrial enterprise / V. N. Prize winner. Mukhin / / Management of economic systems: an electronic scientific journal. – 2011. – № 12(36). - S. N. 81. – EDN RAHQOZ.
9. Yalalova, A. N. Prize winner. Strategic management of industrial enterprises in the region in the context of digital transformation: problems and directions of their solutions / a. n. Prize winner named after Yalalova / / Managerial accounting. – 2023. – No. 8. - S. N. 360-367. – DOI 10.25806/uu82023360-367. – EDN DOIWOZ.
10. Mottaeva, A. B.. Strategic planning at the meso-level and at the level of individual industrial enterprises within the framework of the development of industry clusters / A. B. Mottaeva, D. N. Knyazev / / Economics and entrepreneurship. – 2016. – № 10-1(75). - Pp. 626-630. – EDN WMSRVJ.

Влияние облачных платформ и интеллектуальной автоматизации на трансформацию операционных бизнес-процессов предприятий коммерческого обслуживания

Ху Тяньян
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1042228200@rudn.ru

Расширение облачных платформ и средств интеллектуальной автоматизации сопровождается противоречивой эмпирической картиной: при декларируемом ускорении цифровой трансформации доля организаций, применяющих облачные сервисы, по данным официальной статистики в 2024 г. не превысила пятой части, тогда как операционный эффект внедрения остаётся слабо формализованным. Предметом выступает влияние совместного применения облачных платформ и интеллектуальной автоматизации на параметры операционных бизнес-процессов предприятия коммерческого обслуживания. Цель состояла в количественной оценке вклада автоматизации в динамику операционных издержек и в проверке предположения о том, что наблюдаемый эффект формируется реконфигурацией процессов, а не удешевлением инфраструктуры. Расчёт выполнен на модельном предприятии за 2022–2026 гг. с применением коэффициентного и горизонтального анализа, факторного разложения методом цепных подстановок и сценарного моделирования чистого дисконтированного дохода со ставкой, привязанной к ключевой ставке Банка России. Установлено, что при приросте объёма операций на 66% совокупные операционные издержки увеличились лишь на 12,3%; фактор глубины автоматизации компенсировал около 85% прироста, обусловленного объёмом. Чувствительность дисконтированного результата к доле автоматизированных операций существенно превышает его чувствительность к ставке дисконтирования. Полученные соотношения показывают, что операционная отдача определяется широтой охвата процессов автоматизированным контуром, тогда как стоимость финансирования при действующем уровне ставки остаётся второстепенным ограничением.

Ключевые слова: облачные платформы, интеллектуальная автоматизация, операционные бизнес-процессы, предприятия коммерческого обслуживания, факторный анализ, операционные издержки, цифровая трансформация.

Introduction

The spread of cloud platforms and intelligent automation tools in the operational loop of commercial service enterprises outpaces the theoretical comprehension of this process. According to the Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge of HSE University and Rosstat, in 2024 about 19.5% of organisations used cloud services, whereas a year earlier the same indicator was estimated at 26.7%; digital platforms were used by 21.8% of organisations. Such a divergence reflects a revision of accounting methodology rather than a contraction of practice, yet it also exposes the gap between the intensity of technological adoption and the stability of the measured result. Yu. V. Skryagin [15] links the optimisation of business processes to the simultaneous deployment of digital platforms and cloud technologies, treating them as conjugate rather than autonomous instruments of managerial transformation.

The specialised literature lacks consensus on the mechanism through which the cloud-automated loop affects operational indicators. E. Yu. Legchilina and A. D. Gruzdo [10] describe the transformation of business processes of service-sector enterprises predominantly as an organisational restructuring, in which the technological layer is secondary to the redistribution of functions. A different emphasis is offered by V. V. Mukhin and I. A. Kuznetsov [7], who link the outcome to an organisational and economic toolkit tuned to the specific configuration of a service enterprise. This divergence of interpretations leaves open the question of what acts as the primary source of the operational effect – the reduction in the cost of computing infrastructure or the restructuring of the processes themselves.

The methodological side of intelligent automation has been developed unevenly. I. V. Shkuropadskiy and P. V. Ovchinnikov [11] note the absence of a coherent methodology for designing systems of intelligent automation of business processes, which makes it difficult to transfer individual successful implementations into reproducible practice. For commercial service enterprises the problem is aggravated by a high share of weakly structured operations and dense customer interaction; Sh. N. Guseynov and A. M. Esetova [6] place the transformation of service business processes in conditions of heightened uncertainty, where the stability of the operating model matters more than a single gain in productivity.

The accumulated body of work describes the directions of digitalisation of the operational loop substantively, but a quantitative decomposition of the contribution of automation to the dynamics of a service enterprise's costs is encountered rarely. The present work fills this gap: using the material of a model commercial service enterprise, a calculation is performed that separates the total change in operating costs into the contribution of the volume of operations, the depth of automation and the unit cost of manual and automated operations, with a subsequent test of the assumption that the operational effect is formed predominantly by the coverage of processes by the automated loop rather than by the cheapening of infrastructure as such.

Materials and Methods

The study is built on a calculation performed at a model commercial service enterprise whose operational loop processes mass transactional and customer operations. Coefficient and horizontal analysis of operating indicators for 2022–2026, factor decomposition of total operating costs by the method of chain substitutions, and scenario modelling of the net present value of the digitalisation programme with the discount rate tied to the key rate of the Bank of Russia were applied. Total operating costs are described by a multiplicative-additive model $C = V \cdot [s \cdot c_a + (1 - s) \cdot c_m]$, where V is the volume of operations, s is the share of operations performed in the automated loop, and c_a and c_m are the unit cost of an automated and a manual operation; such a specification makes it possible to isolate the contribution of each factor consistently. R. V. Yusupova and V. V. Yusupov [8] interpret the reduction of operating costs as the result of a conjugate modernisation of the information-technology and process layers, which is consistent with the chosen structure of factors.

The background macroeconomic parameters of the calculation are verified against official sources: the key rate of the Bank of Russia as of June 2026 stood at 14.25%, annual inflation at 5.6% with a forecast range of 4.5–5.5% for 2026; the volume of the Russian market of cloud infrastructure services in 2024 reached RUB 165.6 billion with a growth of 36.3% over the previous year. The discount rate in the base scenario is taken at 21.0% – the

key rate with a cumulative premium for size, sectoral and project risk. The parameters of the model enterprise itself – the volume and structure of operations, the headcount, the cloud subscription tariffs – are set as a consistent calculation example; real organisations were not used in the calculation. V. I. Kollerov [9] shows that the introduction of software robots changes not a single operation but the end-to-end sequence of actions, and this is taken into account when modelling the transfer of operations from the manual loop to the automated one.

Results and Discussion

The operational return of the cloud loop is associated in the literature with two relatively independent effects – flexibility of scaling and reduction of unit costs. R. N. Baygullov, I. A. Polyakova and E. V. Gromov [13] attribute the key result of cloud computing to the growth of operational flexibility of small and medium-sized enterprises, that is, the ability to increase or reduce computing capacity without capital investment in their own infrastructure. A position shifted towards costs is taken by E. A. Bekirova and M. E. Bekirova [14], for whom the development of cloud technologies is significant above all for the reduction of an enterprise's operating costs. The combination of these effects at a single enterprise generates non-linear dynamics: the gain from flexibility manifests itself earlier, whereas the saving on unit costs accumulates as the automated loop expands.

Cloud services function not as a separate item of IT costs but as an environment in which managerial processes unfold; S. B. Sidorov [5] traces the influence of cloud tools on enterprise management as mediated – through the restructuring of information flows. The intelligent component of this environment shifts the boundary between manual and automated operations. R. P. Plyonkin [3] describes the transformation of business processes on the basis of artificial intelligence as the replacement of routine decisions with algorithmic ones, whereas A. A. Suchilin and O. A. Elagina [2] note the stability of such automation precisely in the sphere of customer service, where the volume of homogeneous requests creates the basis for scaling algorithms.

The reserves of operational economy are not reducible to a direct reduction of labour costs. O. L. Sokolova and R. V. Molchanova [1] place automation and optimisation of business processes within the general loop of a company's digital transformation, where the effect is achieved by coordinating technological and organisational changes. E. V. Gubanova and K. A. Samoshenkova [4] discover additional reserves of automation in the logic of lean production – through the elimination of operational losses that are not noticeable at the level of an individual function. I. V. Zabaykina [12] extends this frame to hyperautomation, linking the improvement of the quality of products and services to the coverage by automation of adjacent, previously untouched processes. Taken together, the listed positions indicate that the magnitude of the operational effect is determined by the breadth of process coverage rather than by the single productivity of the implemented tool; this assumption is tested below on a model calculation (Table 1).

Table 1

Dynamics of the operating indicators of the model commercial service enterprise for 2022–2026

Indicator	2022	2023	2024	2025	2026
Volume of processed operations, million units	4.12	4.57	5.38	5.91	6.84
Share of operations in the automated loop, %	18.4	27.9	41.6	55.3	67.8
Average headcount of operating personnel, persons	348	351	326	298	274
Productivity, thousand operations per employee per year	11.84	13.02	16.50	19.83	24.96
Unit operating costs, RUB/operation	131.5	121.8	104.3	96.7	89.0
Average duration of the operating cycle, hours	6.3	5.1	3.8	2.9	2.2
Operating profitability, %	9.6	8.1	11.7	14.2	16.8
Costs of cloud infrastructure and software, RUB million	14.2	22.7	31.5	38.9	44.3

Source: author's calculations from model data.

The dynamics of the operating indicators of the model enterprise for 2022–2026 reveals a divergence of natural and value indicators. With the volume of processed operations rising from 4.12 to 6.84 million units, the average headcount of operating personnel fell from 348 to 274 persons, as a result of which productivity per employee increased from 11.84 to 24.96 thousand operations per year – more than twofold. The share of operations performed in the automated loop grew from 18.4 to 67.8%, while unit operating costs fell from 131.5 to 89.0 RUB per operation, with the reduction of the average duration of the operating cycle from 6.3 to 2.2 hours attesting to a shift in not only the value but also the temporal structure of the processes.

The indicators for 2023 fall out of the general trend: operating profitability dropped to 8.1% against 9.6% a year earlier, although the share of automation continued to grow and the costs of cloud infrastructure over the year increased from 14.2 to 22.7 million RUB. The concentration of expenditure on migration and configuration of the cloud platform in this period outpaced the accumulation of savings, which is characteristic of the early phase of digitalisation of the operational loop and does not negate the subsequent recovery of profitability to 16.8% by 2026. The simultaneous reduction of unit costs and the temporary decline in profitability in itself indicates that the gain in the cost of an operation at this stage is overlapped by one-off investments rather than lost.

The opposing directions of value and natural indicators require dividing the total change in costs into components. The factor decomposition of the increase in operating costs for 2022–2026 by the method of chain substitutions, with the substitution sequence "volume – depth of automation – unit cost of a manual operation – unit cost of an automated operation", is presented below (Table 2).

Table 2

Factor decomposition of the increase in total operating costs for 2022–2026

Factor	Effect on costs, RUB million	Share in total change, %
Volume of operations	+357.7	+535.5
Depth of automation (share of automated operations)	−302.6	−453.0
Unit cost of a manual operation	+106.8	+159.9
Unit cost of an automated operation	−95.1	−142.4
Total change in costs	+66.8	+100.0

Source: author's calculations.

The decomposition shows that the increase in the volume of operations in isolation would have raised costs by 357.7 million RUB, however the deepening of automation compensated 302.6 million RUB of this increase – about 84.6%. The rise in the cost of a manual operation added 106.8 million RUB, whereas the cheapening of an automated operation subtracted 95.1 million RUB; as a result, total costs grew by only 66.8 million RUB, or by 12.3%, with the volume increasing by 66%. The ratio of factors is shifted in favour of the process-related rather than the infrastructural nature of the effect: the main negative contribution is made by the expansion of the share of automated operations rather than by the reduction of the unit cost of automation itself, which is almost three times smaller in absolute terms.

The rise in the cost of manual labour, reflecting the outpacing growth of wages relative to productivity, partially neutralises the achieved saving and sets the lower bound below which costs do not fall without a further expansion of coverage. Since both oppositely directed unit factors are close in magnitude (106.8 and 95.1 million RUB), their combined net contribution is small, and almost all of the restraining effect falls on the structural shift – the transfer of operations into the automated loop. The robustness of this conclusion to the cost of financing and to the depth of implementation has been verified by a scenario calculation of the net present value of the programme of digitalisation of the operational loop (Table 3).

Table 3

Sensitivity of the net present value of the programme of digitalisation of the operational loop to key parameters

Parameter (scenario)	Value	NPV, RUB million	Deviation from base, %
Base scenario	rate 21.0%	56.3	—
Discount rate	17.0%	70.2	+24.7
Discount rate	25.0%	44.3	−21.3
Marginal share of automation	55.0%	31.8	−43.5
Marginal share of automation	75.0%	73.9	+31.3
Cloud subscription tariff	+20%	47.1	−16.3

Source: author's calculations.

At the base discount rate of 21.0% the net present value of the programme over the horizon of 2022–2026 amounted to 56.3 million RUB. A reduction of the rate to 17.0% raises the result to 70.2 million RUB, an increase to 25.0% reduces it to 44.3 million RUB; the elasticity of the net present value with respect to the rate in the vicinity of the base scenario was −1.12. The result reacts substantially more strongly to the marginal share of automation: its reduction from 67.8 to 55.0% decreases the net present value by 43.5%, whereas a change in the rate comparable in relative magnitude gives a response half as large. Monte Carlo simulation (10,000 iterations, triangular distribution of the rate in the range 17–25% with a mode of 21%, variation of cash flows ±15%) gave a positive net present value in 88.6% of runs with a median value of 54.9 million RUB.

The comparison of the responses confirms the conclusion of the factor analysis in a different system of coordinates: at the current level of the key rate the cost of financing remains a secondary constraint compared with the breadth of process coverage by the automated loop. Even the upper bound of the considered range of the rate – 25.0%, noticeably exceeding the key rate of June 2026 – leaves the net present value positive, whereas insufficient depth of automation devalues the programme at any realistic cost of capital. The negative cash flow of the early phase, falling on 2023, lowers the net present value but does not change the sign of the final result in any of the base scenarios.

The obtained calculated ratios add up in favour of the process-related interpretation of the operational effect, designated in the introductory part as one of the two competing ones. Cloud infrastructure creates the condition for scaling, but a measurable reduction of costs is achieved by transferring operations from the manual loop to the automated one, not by cheapening computing capacity. For a commercial service enterprise this means that priority is given to expanding the range of processes covered by intelligent automation, whereas tariff optimisation of the cloud subscription gives a contribution limited in absolute magnitude, which is consistent with the asymmetry of sensitivity of the discounted result.

Conclusion

The quantitative decomposition of the operating costs of a commercial service enterprise shows that the joint application of cloud platforms and intelligent automation keeps cost growth far behind the growth in the volume of operations: with the number of processed operations increasing by 66% over 2022–2026, total operating costs grew by only 12.3%. The decisive contribution to this divergence is made by the expansion of the share of operations performed in the automated loop, which compensated about 85% of the increase in costs driven by volume. The cheapening of the computing resources themselves, contrary to the widespread emphasis on infrastructural economy, is almost three times smaller in absolute magnitude than the effect of the reconfiguration of processes. The operational return of the cloud-automated loop is determined by what share of processes has been transferred to algorithmic execution rather than by the cost of the cloud environment as such.

The sensitivity of the net present value to the depth of automation exceeds its sensitivity to the discount rate twofold, the elasticity of which in the base scenario was −1.12. At a key rate of 14.25% and an adopted discount rate of 21.0% the programme retains a positive result across the entire considered range of the cost of capital.

For the managerial practice of commercial service enterprises the cited ratios shift the emphasis from the financial conditions of implementation to process coverage. The reduction of operating costs is achieved by reconfiguring the boundary between the manual and the automated loop within the platform solutions already in use, rather than by increasing computing capacity; the decline in profitability in the early phase of digitalisation, recorded in 2023, precedes the main effect and is built into the trajectory of the transition. The lower bound of the achievable saving is set by the outpacing growth of payment for manual labour, which holds unit costs back from declining as the reserve of non-automated operations is exhausted.

The impact of cloud platforms and intelligent automation on the transformation of operational business processes of commercial service enterprises

Hu Tianyang
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The expansion of cloud platforms and intelligent automation tools is accompanied by a contradictory empirical picture: despite the declared acceleration of digital transformation, the share of organisations using cloud services did not exceed a fifth in 2024 according to official statistics, while the operational effect of adoption remains weakly formalised. The subject is the influence of the joint use of cloud platforms and intelligent automation on the parameters of operational business processes of a commercial service enterprise. The aim was to quantify the contribution of automation to the dynamics of operating costs and to test the assumption that the observed effect is formed by process reconfiguration rather than by cheaper infrastructure. The calculation was carried out on a model enterprise for 2022–2026 using ratio and horizontal analysis, factor decomposition by the chain substitution method, and scenario modelling of net present value with a rate tied to the key rate of the Bank of Russia. It was established that, with a 66% increase in operation volume, total operating costs rose by only 12.3%; the automation depth factor offset about 85% of the volume-driven increase. The sensitivity of the discounted result to the share of automated operations substantially exceeds its sensitivity to the discount rate. The obtained relations show that operational return is determined by the breadth of process coverage by the automated circuit, whereas the cost of financing at the current rate level remains a secondary constraint.

Keywords: cloud platforms, intelligent automation, operational business processes, commercial service enterprises, factor analysis, operating costs, digital transformation.

References

1. Sokolova O.L., Molchanova R.V. The Role of Automation and Optimization of Business Processes in the Digital Transformation of a Company // Economics and Management: Problems, Solutions. 2024. Vol. 2. No. 7 (148). Pp. 196-204.
2. Suchilin A.A., Elagina O.A. Current Trends in the Automation of Business Processes in the Field of Customer Service // Bulletin of the Academy of Management and Production. 2025. No. 4. Pp. 86-93.
3. Plyonkin R.P. Transformation of an Organization's Business Processes Based on the Application of Artificial Intelligence // Horizons of Economics. 2024. No. 4 (84). Pp. 71-76.
4. Gubanova E.V., Samoshenkova K.A. Reserves of Automation and Digital Transformation of an Organization's Business Processes in the Context of Lean Production // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. 2024. No. 3-3. Pp. 367-373.
5. Sidorov S.B. How Cloud Services and Other IT Tools Affect Enterprise Management // Quality Management. 2024. No. 12. Pp. 22-27.
6. Guseynov Sh.N., Esetova A.M. Digital Transformation of Business Processes in the Service Sector: From Theoretical Foundations to Management Practice in a VUCA World // Regional Problems of Economic Transformation. 2025. No. 10 (180). Pp. 91-99.
7. Mukhin V.V., Kuznetsov I.A. Specifics of Improving Organizational and Economic Tools for Developing the Mechanism of Digital Transformation of Business Processes at Service Enterprises // Bulletin of the North Caucasus Federal University. 2025. No. 2 (107). Pp. 108-119.
8. Yusupova R.V., Yusupov V.V. Information Technologies in Reducing Operating Costs and Modernizing Business Processes // Economics and Management: Problems, Solutions. 2025. Vol. 5. No. 11 (164). Pp. 209-215.
9. Kollerov V.I. Analysis of the Impact of RPA on Business Processes in Organizations. Practices of RPA Implementation Within the Digital Transformation of Companies // Original Research. 2024. Vol. 14. No. 3. Pp. 169-172.
10. Legchilina E.Yu., Gruzdo A.D. Transformation of Business Processes of Service Sector Enterprises Under Digitalization // Innovative Economy and Society. 2025. No. 1 (47). Pp. 98-105.
11. Shkuropadskiy I.V., Ovchinnikov P.V. On the Problem of Creating a Methodology for Developing Intelligent Business Process Automation Systems // Drucker Bulletin. 2022. No. 3 (47). Pp. 203-210.
12. Забайкина И.В. Модели окупаемости инвестиций в цифровизацию и автоматизацию производственных мощностей при неопределенности спроса цен на ресурсы и логистических рисков // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 8. С. 10-18.
13. Baygullov R.N., Polyakova I.A., Gromov E.V. The Role of Cloud Computing in Enhancing the Operational Flexibility of Small and Medium-Sized Enterprises // Economics and Management: Problems, Solutions. 2025. Vol. 15. No. 2 (155). Pp. 12-19.
14. Bekirova E.A., Bekirova M.E. The Development of Cloud Technologies and Their Impact on Reducing the Operating Costs of an Enterprise // Scientific Notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University. 2024. No. 4 (86). Pp. 87-93.
15. Skryagin Yu.V. The Role of Digital Platforms and Cloud Technologies in the Transformation of Management Practices and the Optimization of Business Processes // Issues of Environmental Management. 2024. Vol. 3. No. 2. Pp. 50-59.

Качество туристских услуг в условиях цифровизации: анализ онлайн-отзывов о Западном озере

Хунюй Ли
аспирант, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1042254113@rudn.ru

В статье исследуется качество туристских услуг в условиях цифровизации на основе анализа онлайн-отзывов о Западном озере, размещенных на платформе Ctrip. Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью цифровых платформ, сервисов умного туризма и пользовательского контента в формировании восприятия туристами качества дестинации и туристского опыта. Цель работы состоит в выявлении того, каким образом текстовые онлайн-отзывы отражают ключевые измерения качества туристских услуг и позволяют определить возможные слабые места механизма обеспечения качества обслуживания дестинации. Методологическую основу исследования составляют методы текстового анализа, анализа тональности, частотного анализа ключевых слов и анализа помесячной динамики оценок. Интерпретация результатов осуществляется с использованием модифицированного подхода SERVQUAL и модели 5GAP. Установлено, что оценки туристов в целом преимущественно положительны и в основном сосредоточены вокруг природно-эстетических характеристик, впечатлений от достопримечательностей, культурной интерпретации и практического удобства. Вместе с тем отрицательные отзывы выявляют проблемы, связанные с перегруженностью, очередями, навигацией и координацией обслуживания. Научная новизна исследования заключается в увязке анализа онлайн-отзывов с проблематикой обеспечения качества туристских услуг в условиях цифровизации, а также в выделении цифрового удобства как самостоятельного аналитического измерения качества дестинации. Практическая значимость результатов состоит в возможности использования онлайн-отзывов для совершенствования маршрутизации, информационного сопровождения туристов, интерпретационных сервисов и цифрового управления туристской дестинацией.

Ключевые слова: качество туристских услуг, цифровизация, онлайн-отзывы, пользовательский контент, Западное озеро, SERVQUAL, модель 5GAP, умный туризм, управление дестинацией.

Введение

With the rapid development of online travel platforms and digital tourism services, user-generated content has become an important source for understanding tourist perception and destination evaluation. Existing studies show that online reviews can effectively reveal tourists' emotions, focal concerns, and destination image [1–3]. As one of the most representative scenic destinations in China, West Lake generates a large volume of online textual data and has already attracted attention in UGC-based tourism research [1].

At the same time, tourism development under digitalization is increasingly shifting from a traffic-oriented logic toward a quality-oriented path. Research suggests that the long-term value of tourism digitalization lies not only in attracting tourist flows, but also in improving service efficiency, tourism consumption quality, and overall experience [4]. Related studies on smart tourism further indicate that intelligent payment, route recommendation, smart ticketing, and information platforms have become important parts of destination service systems [5].

However, existing studies still have three limitations. First, many online review studies focus on destination image or tourist sentiment, but fewer interpret online textual evidence from a service-quality perspective [2,3]. Second, research on digital tourism often emphasizes transformation and technology, while paying less attention to the tourism service quality assurance mechanism of specific scenic destinations [4,5]. Third, although West Lake has been studied through UGC, previous work mainly emphasizes tourism elements and overall perception rather than service-quality implications [1]. Therefore, this study uses Ctrip online reviews of West Lake to examine how online textual evidence can reveal tourist perception and possible weaknesses in destination service quality under digitalization.

Tourism service quality is widely regarded as an important factor shaping tourist satisfaction and destination competitiveness. In service research, SERVQUAL remains one of the most influential frameworks, while the 5GAP model explains the gap between expected and perceived service through cognition, standards, delivery, and communication gaps [6,7]. Existing applied studies further show that these frameworks can be adjusted according to different service contexts, which provides useful support for destination-based research [6].

A growing body of research confirms that online reviews are a meaningful source for destination studies. Chatterjee shows that online reviews influence consumer evaluation and decision-making, especially under uncertainty [8]. In tourism research, online review texts have been widely used to study destination image, tourist sentiment, and focal concerns. Liu Ruonan shows that online review text mining can reveal multidimensional destination image [3], while Fang Xiaoyan demonstrates that review data can identify emotional structure and negative triggers [2]. In the case of West Lake, Li Tiantian and co-authors find that tourists' evaluations are largely positive and concentrated on scenery, attractions, and travel-related elements [1].

Digitalization has reshaped tourism not only in marketing and information distribution, but also in destination service structure. Wang Li argues that tourism digitalization increasingly promotes development through a "quality" path rather than a purely "flow" path [4]. Cui Lei similarly shows that digital services such as intelligent payment, navigation, smart ticketing, and platform integration have become part of modern tourism service systems [5]. These findings suggest that digital convenience should be treated as an integral dimension of destination service quality. However, existing West Lake studies still pay more attention to tourism elements and perception than to service-quality assurance [1]. Therefore, this study contributes by linking online review analysis with destination service quality under digitalization and by moving from general perception analysis toward a more structured discussion of tourism service quality assurance.

Материалы и методы исследования

This study is based on two complementary perspectives: a modified SERVQUAL framework and the 5GAP model. These frameworks are not used here as rigid measurement tools, but as analytical devices for organizing and interpreting service-quality-related evidence reflected in online reviews. Because the empirical material consists of user-generated review texts rather than questionnaire-based expectation–perception ratings, the study does not claim to conduct a full SERVQUAL measurement. Instead, it adopts a modified SERVQUAL perspective to classify tourists' evaluations into service-quality dimensions relevant to the West Lake context, and uses the

5GAP model in an explanatory sense to interpret the possible weaknesses behind negative feedback [5][8][9].

SERVQUAL is one of the most influential approaches in service quality research, but later studies show that it can be adjusted according to specific service settings [8]. In the case of an open scenic destination such as West Lake, tourist experience is shaped not only by interpersonal service, but also by environmental quality, route organization, interpretation, safety, and digital support. Therefore, this study organizes online review evidence into six dimensions: Tangibility, Reliability, Responsiveness, Empathy, Safety and Assurance, and Digital Convenience [5][8][13]. The inclusion of Digital Convenience is especially important because the study focuses on tourism service quality under digitalization rather than in a purely offline context [4][5][6][13].

While the modified SERVQUAL perspective helps classify service-related content, it does not by itself explain why service problems emerge. For this reason, the study also draws on the 5GAP model. In the present research, 5GAP is not treated as a directly tested causal model, but as an explanatory framework. Complaints about congestion, queuing, route inconvenience, and insufficient guidance may indicate gaps in service delivery, standards, communication, or management understanding of visitor needs [7][8][9]. In this sense, online reviews serve as empirical evidence, modified SERVQUAL provides the classification logic, and 5GAP provides the interpretive logic for analyzing tourism service quality assurance under digitalization [4][5][7][8][9].

This study uses online reviews of West Lake collected from the Ctrip platform as its core empirical material. Ctrip was selected because it provides a large volume of user-generated reviews and rich textual evaluations of travel experience, making it a suitable data source for examining tourists' perceptions of destination service quality [1][2][3][10][11]. A Python-based web scraping procedure was used to collect review texts in reverse chronological order from the West Lake review page. In total, 2,000 raw reviews were obtained.

To ensure that the sample reflected recent tourism conditions, the raw dataset was further filtered to retain only the most recent 12 months of reviews. After this screening, 1,244 reviews were included in the initial analytical sample. Following the removal of duplicate entries, empty texts, and invalid records, 1,214 valid reviews were retained for the final analysis. The sample covers the period from March 2025 to March 2026, which provides sufficient temporal breadth for examining both the overall sentiment structure and short-term fluctuations in tourist evaluations.

The review corpus was processed in several stages before analysis. First, text cleaning was conducted to remove redundant spaces, symbols, and irrelevant characters, while duplicate and invalid reviews were excluded. Second, the cleaned Chinese review texts were segmented into tokens using the Jieba package, and a stop-word list was applied to remove low-information words. Third, sentiment analysis was conducted using SnowNLP, and each review was classified into one of three categories: positive, neutral, or negative. This approach is consistent with previous tourism studies using online review corpora to identify emotional tendencies and dominant evaluative patterns [2][3][12].

In parallel, keyword frequency statistics were calculated from the cleaned review corpus in order to identify the most salient topics in tourists' narratives. To improve the readability of visual outputs in an English-language article, the most frequent Chinese keywords were translated into English tourism-related expressions such as Scenery, Experience, Boat Tour, and Leifeng Pagoda. On this basis, three main visual outputs were generated: a keyword frequency chart, a sentiment distribution chart, and a monthly sentiment trend chart. A word cloud was also produced as a supplementary visualization [1][2][3].

The empirical analysis follows a progressive logic from description to interpretation. First, sentiment analysis is used to identify the overall evaluative structure of West Lake reviews. Second, keyword frequency analysis is used to reveal the central concerns embedded in tourist narratives, including scenic appreciation, attraction-based experience, and cultural or service-related elements. Third, monthly sentiment analysis is used to examine temporal variation in tourist evaluation. Finally, the results are interpreted through the modified SERVQUAL perspective and the 5GAP framework proposed in the previous section, so that online review evidence can be used not only to describe image and sentiment, but also to identify possible weaknesses in the tourism service quality assurance mechanism under digitalization [4][5][7][8].

It should also be noted that this study is based on a single online platform and therefore reflects the perceptions of users who chose to leave reviews on Ctrip. In addition, the dataset does not include questionnaire-based expectation measures, which means that SERVQUAL is used here as an analytical perspective rather than as a strict measurement model, while 5GAP is used as an explanatory framework rather than a directly tested causal model [8][9][10][11].

Результаты и обсуждение

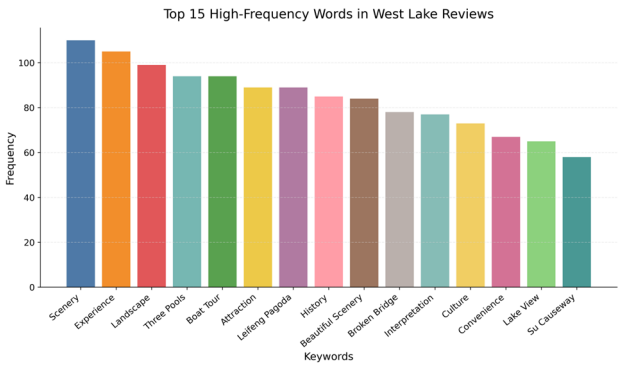


Рисунок 1. Топ-15 наиболее частотных слов в отзывах о Западном озере.

Figure 1 shows the most frequent keywords extracted from the West Lake review corpus. The dominant terms include Scenery, Experience, Landscape, Three Pools, Boat Tour, Leifeng Pagoda, History, and Culture. These keywords suggest that tourist evaluations are mainly centered on three aspects: scenic appreciation, attraction-based experience, and cultural interpretation. This pattern is consistent with previous UGC-based studies showing that tourists' perceptions of West Lake are strongly shaped by scenery, landmark attractions, and travel-related experience [1][2][3].

Overall, the keyword structure indicates that tourist experience at West Lake is not limited to visual appreciation alone. Instead, it is also closely related to route organization, attraction access, and interpretive support, which means that online reviews contain not only image-related information but also service-quality-related signals.

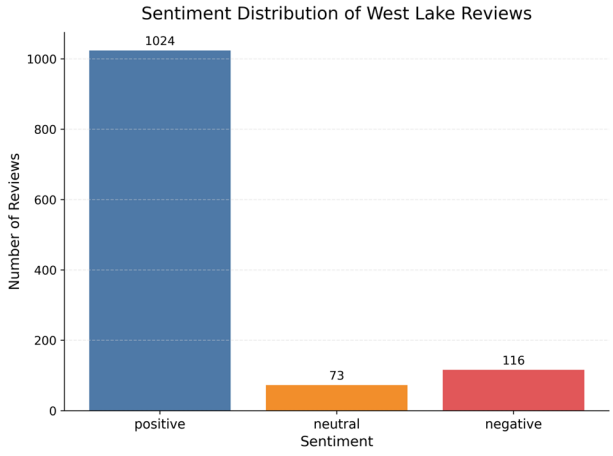


Рисунок 2. Распределение тональности отзывов о Западном озере.

The sentiment analysis results show that West Lake reviews are overwhelmingly positive. Among the 1,214 valid reviews, 1,024 are positive, 73 are neutral, and 116 are negative. This indicates that West Lake maintains a highly favorable tourism image and that tourists are generally satisfied with the overall destination experience. Similar findings have also been reported in previous studies of West Lake and other tourism destinations based on online review corpora [1][2].

At the same time, the existence of negative reviews remains important. Although smaller in number, these reviews suggest that a positive destination image does not eliminate service-related weaknesses. Therefore, online reviews should be interpreted not only as evidence of tourist satisfaction, but also as a source for identifying practical problems in destination management and service delivery [7].

Figure 3 shows that positive reviews remain dominant throughout the entire observation period, although their monthly volume fluctuates considerably. Higher levels of positive sentiment appear in several months such as April, August, October, and February, while lower levels are observed in some off-peak periods. Negative and neutral reviews remain at much lower levels, but they also show visible month-to-month variation.

This pattern suggests that tourist sentiment is not static, but changes with seasonal travel intensity and practical tourism conditions. In months with

relatively more negative reviews, the increase may reflect service pressure related to congestion, queuing, route inconvenience, or temporary dissatisfaction with on-site organization. This interpretation is consistent with research showing that tourism service quality under digitalization is closely connected with destination coordination, information support, and visitor-flow management [4][5][6][7].

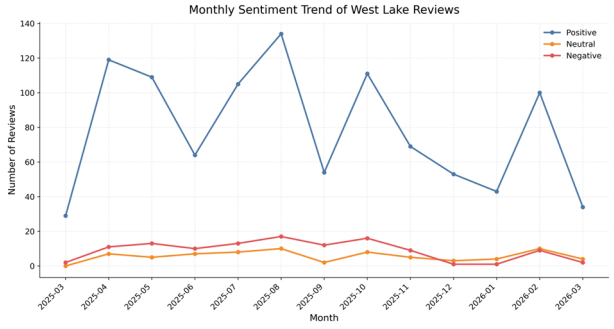


Рисунок 3. Помесячная динамика тональности отзывов о Западном озере.

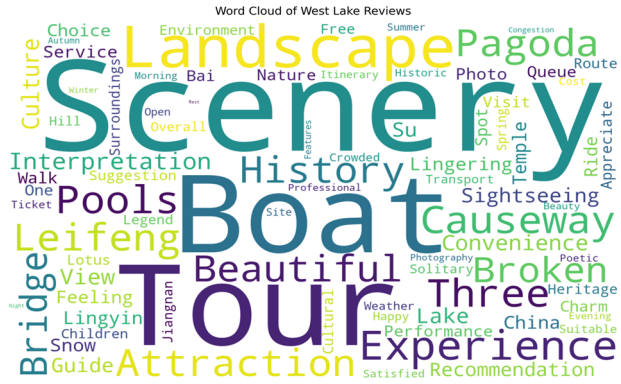


Рисунок 4. Облако слов отзывов о Западном озере.

The word cloud provides a supplementary visualization of the lexical structure of West Lake reviews and generally confirms the same pattern identified in the keyword frequency analysis, namely the prominence of scenery, attractions, travel experience, and cultural interpretation. However, because word clouds emphasize visual prominence rather than analytical precision, they are used here only as a supplementary figure rather than as the main basis for interpretation [2][3].

Taken together, these findings suggest that West Lake reviews reflect not only destination image, but also several service-quality-related dimensions, especially scenic tangibility, route-related reliability, interpretive support, and practical convenience. These patterns provide the empirical basis for the following discussion under the modified SERVQUAL perspective and the 5GAP framework.

The empirical results show that West Lake maintains a strongly positive tourism image, as positive reviews clearly dominate the sample. At the same time, the keyword structure suggests that tourist evaluations are shaped not only by scenic beauty, but also by attraction experience, cultural interpretation, and practical convenience. This indicates that West Lake is perceived not merely as a sightseeing destination, but as a destination where landscape value and service-related experience are closely connected [1][2][3].

From the perspective of the modified SERVQUAL framework, the review corpus suggests that tourist perception at West Lake is related to several service-quality dimensions. Scenic and attraction-related keywords reflect the importance of tangibility, while references to route convenience, boat tours, and interpretation suggest that reliability, responsiveness, and visitor support also matter in shaping the overall experience. Under digitalization, digital convenience should also be regarded as part of destination service quality, since tourism experience increasingly depends on information access, platform support, and service coordination [4][5][6][13].

The findings can also be interpreted through the 5GAP framework. Negative reviews and monthly fluctuations imply that some service weaknesses may be associated with delivery, communication, or management gaps, especially in relation to congestion, guidance, and practical convenience. Therefore, improving the tourism service quality assurance mechanism of West Lake requires not only maintaining scenic attractiveness, but also strengthening crowd management, route organization, interpretation, and integrated visitor support, particularly during periods of higher tourism pressure [7][8][9].

Заключение

This study used Ctrip online reviews of West Lake to examine tourist perception and destination service quality under digitalization. The results show that West Lake reviews are overwhelmingly positive, while high-frequency keywords are mainly concentrated on scenery, attractions, cultural interpretation, and convenience. At the same time, negative reviews indicate that service-related weaknesses still exist beneath the destination's strong positive image.

The study contributes by linking online review analysis with a modified service-quality perspective and by showing that digitalized tourism experience should be understood not only in terms of destination image and tourist sentiment, but also in terms of destination service assurance. In practical terms, the findings suggest that West Lake should further strengthen route coordination, visitor guidance, interpretation services, and digital convenience in order to improve the overall quality of tourist experience [4][5][7].

This study is limited by its reliance on a single online platform and by the absence of questionnaire-based expectation measures. Future research may combine multi-platform review data, surveys, and interviews to build a more comprehensive framework for evaluating tourism service quality under digitalization.

Tourism service quality under digitalization: evidence from online reviews of West Lake

Hongyu Li
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines tourism service quality under digitalization through the analysis of online reviews of West Lake posted on the Ctrip platform. The relevance of the study is determined by the growing role of digital platforms, smart tourism services, and user-generated content in shaping турист perceptions of destination experience and service evaluation. The purpose of the research is to identify how online textual evidence reflects key dimensions of tourism service quality and reveals possible weaknesses in the destination service quality assurance mechanism. The methodological basis of the study combines text mining, sentiment analysis, keyword frequency analysis, and monthly sentiment trend analysis, while the interpretation of the findings is carried out through a modified SERVQUAL framework and the 5GAP model. The results show that tourist evaluations of West Lake are predominantly positive and are mainly concentrated on scenery, attraction experience, cultural interpretation, and practical convenience. At the same time, negative feedback indicates the presence of problems related to congestion, queuing, visitor guidance, and service coordination. The scientific contribution of the study lies in linking online review analysis with the problem of tourism service quality assurance under digitalization and in introducing digital convenience as an important analytical dimension of destination service quality. The practical significance of the results lies in the possibility of using online review data to improve route coordination, visitor support, interpretation services, and integrated digital management of scenic destinations.

Keywords: tourism service quality, digitalization, online reviews, user-generated content, West Lake, SERVQUAL, 5GAP model, smart tourism, destination management.

References

1. Li T.T., Yan L., Liu Z.J. Tourist perception of destination image elements of West Lake in Hangzhou based on user-generated content // Journal of Urumqi Vocational University. 2021. Vol. 30, no. 4. Pp. 31-36.
2. Fang X.Y. Tourist sentiment analysis of ancient-town destinations based on online reviews: A case study of Huishan Ancient Town in Wuxi // Shangzhan Jingji. 2026. No. 2. Pp. 100-103. DOI: 10.19995/j.cnki.CN10-1617/F7.2026.02.100
3. Liu R.N. Tourism image perception of world cultural and natural dual heritage sites based on online review text mining // Business and Management. 2025. Advance online publication. DOI: 10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20250919.001
4. Wang L., Zhou X.H. The mechanism and path of digital empowerment for tourism economic development: "Traffic" or "quality"? // Zhejiang Social Sciences. 2023. No. 6. Pp. 26-35.
5. Cui L. Research on smart tourism service quality evaluation and operation decision: Master's thesis. Shenyang Jianzhu University, 2024.
6. Li H.M. Digital transformation paths of cultural tourism scenic areas in the context of smart tourism // Central Plains Culture and Tourism. 2025. No. 12. Pp. 43-45.
7. Liu X., Lin H.G., Shi Q., Li M.D., Lu C.T. Research on improving tourism destination service quality based on UGC and tourist complaints: A case study of Aba Prefecture // Business and Management. 2025. Advance online publication. DOI: 10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20251107.002
8. Li Z.L., Yang F. Research on service quality of scientific research users of public data open platforms based on the SERVQUAL and 5GAP models // Library and Information Service Research. 2026. No. 2. DOI: 10.15941/j.cnki.issn1001-0424.2026.02.009
9. Li Z. Research on optimization and improvement strategies for precise customer service based on the 5GAP model // Modern Business Trade Industry. 2025. No. 4.
10. Chatterjee P. Online reviews: Do consumers use them? // Advances in Consumer Research. 2001. Vol. 28. Pp. 129-134.
11. Рапопорт Г.Н. Инновационные подходы к проактивному развитию информационно-телекоммуникационной инфраструктуры для ускорения цифровой трансформации секторов экономики региона // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 2. С. 145-155.
12. Hou J.J. Sentiment classification of online tourism reviews of Chinese island tourism based on machine learning // Modern Business Trade Industry. 2025.
13. Liu X., Tang S.P., Luo J.T., Lu C. Between virtuality and reality: The influence mechanism of digital tourism experience and authenticity experience on tourists' prosocial behavior in ancient towns // Chinese Journal of Ecotourism. 2026. Vol. 16, no. 1. Pp. 101-115.

Использование ВСМ для перевозки грузов

Цаликова Карина Ражидиновна
Начальника отдела контейнерных перевозок и развития терминально-складских комплексов, АО «ИЭРТ», TsalikovaKR@iedt.ru,

Бабичев Евгений Сергеевич
Эксперт отдела контейнерных перевозок и развития терминально-складских комплексов, АО «ИЭРТ», BabichevES@iedt.ru

В статье рассматривается потенциал использования высокоскоростных железнодорожных перевозок для грузов в России. На основе анализа мирового опыта (Франция, Италия, Китай) и современных тенденций в ключевых сегментах рынка — FMCG, фармацевтической логистики и электронной коммерции — обосновывается необходимость внедрения скоростных грузовых решений. Показано, что такие перевозки могут стать ответом на растущие требования к скорости, надёжности и экономической эффективности логистики в условиях цифровизации и изменения потребительского поведения.
Ключевые слова: Высокоскоростные грузовые перевозки, ВСМ, логистика, электронная коммерция, фармацевтическая логистика, FMCG, железнодорожный транспорт, цепочки поставок, Россия.

Современный этап развития мировой экономики характеризуется стремительной трансформацией логистических парадигм, где на первый план выходят такие параметры, как скорость, надёжность, гибкость и устойчивость цепочек поставок. В этом контексте традиционный железнодорожный грузовой транспорт, исторически доминировавший в перевозках массовых, низкодоходных грузов на большие расстояния, сталкивается с необходимостью поиска новых рыночных ниш и технологических решений. Одним из наиболее перспективных и стратегически значимых направлений диверсификации является адаптация технологий высокоскоростного пассажирского движения (ВСМ) для организации скоростных грузовых перевозок.

1. Мировой опыт использования высокоскоростных железнодорожных перевозок

История использования высокоскоростного подвижного состава для перевозки грузов насчитывает уже несколько десятилетий и прошла путь от единичных экспериментов до формирования устойчивых коммерческих сервисов.

Франция (La Poste, 1984–2015): Стала абсолютным пионером, запустив единственный в мире на тот момент специализированный высокоскоростной почтовый состав на базе поезда TGV. Проект доказал саму возможность безопасной и рентабельной эксплуатации скоростных (до 270 км/ч) грузовых составов в общем графике движения, обслуживая премиальный сегмент срочных почтовых отправлений[1].

Италия (Mercitalia Fast, с 2018 г.): Представляет собой следующую ступень развития — регулярный коммерческий сервис. Использование модернизированных пассажирских составов ETR 500 для перевозки разнородных грузов со средней скоростью 180 км/ч демонстрирует гибкость подхода и возможность адаптации пассажирского парка под грузовые задачи в периоды низкого спроса на пассажирские перевозки[2].

Китай (Чэнду–Куньмин, с 2023 г.): Наиболее масштабный и технологически продвинутый современный пример. Экспериментальная эксплуатация регулярных грузовых рейсов на действующей линии ВСМ с использованием серийных электропоездов CRH2 (до 250 км/ч) носит уже не нишевый, а системный характер. Проект исследует интеграцию грузопотоков в плотное расписание высокоскоростного движения, перевозя до 50 тонн груза за рейс и преодолевая расстояние в 1127 км примерно за 6 часов, что недостижимо для любого другого наземного вида транспорта[3].

Обобщая мировой опыт, можно выделить ключевую модель: высокоскоростные железнодорожные грузоперевозки находят устойчивый спрос в сегменте срочных, относительно малотоннажных, но высокомаржинальных грузов, где ценность временного фактора значительно превышает увеличенную стоимость транспортировки по сравнению с классическим железнодорожным или автомобильным вариантом.

2. Российский контекст: формирование рыночного запроса в ключевых сегментах

Анализ динамики внутреннего рынка России позволяет выявить как минимум три масштабных сегмента, где требования к логистике закономерно формируют спрос на решения, которые может предоставить грузовая ВСМ.

Взрывной рост электронной коммерции. Российский рынок e-commerce переживает фазу гиперроста, увеличившись с 5,8 трлн руб. в 2020 году до 19,9 трлн руб. в 2024-м [4]. Прогнозы указывают на потенциал роста до 35 трлн руб. к 2030 году[5]. Конкуренция на этом рынке сместилась с цены и ассортимента на скорость и удобство доставки (модели «доставки за день», «доставки ко времени»). Логистика e-commerce характеризуется формированием распределённых складских сетей (fulfillment-центры, dark stores) и необходимостью быстрого перераспределения товарных остатков между узлами этой сети. Высокоскоростные железнодорожные перевозки между крупнейшими агломерациями (например, Москва–Санкт-Петербург, Москва–Нижний Новгород, Москва–Казань) могли бы стать «артериями» для такого перераспределения, обеспечивая доставку за 3-5 часов и конкурируя по надёжности и экологичности с авиацией, а по стоимости – с автотранспортом на расстоянии свыше 500-700 км. Данный транспортный проект обладает потенциалом для трансформации в стратегически важный инфраструктурный элемент перспективных цепочек поставок, гарантирующий высокую оперативность, отказоустойчивость и потенциал для масштабирования.

Перевозка фармацевтических грузов. Фармацевтический рынок России демонстрирует устойчивый рост в денежном выражении (+18% в 2024 году), сочетая в себе несколько критических для логистики факторов: высокую стоимость продукции, строгие требования к срокам годности и условиям хранения (в частности, «холодовой цепи»), а также жёсткие нормативные рамки[6]. Географическое расположение дистрибьюторских центров и аптечных сетей по территории страны создаёт потребность в скоростном, гарантированном и контролируемом канале поставок между производителями/центральными складами и региональными хабами. Грузовые ВСМ, оснащённые специализированными термоконтейнерами с телеметрией, способны обеспечить необходимый уровень надёжности и прослеживаемости, став основой для национальной системы срочной дистрибуции лекарственных средств и медицинских изделий. Сочетание высокой стоимости, строгих сроков доставки, массовости и географической распределённости фармацевтического рынка России формирует устойчивый спрос на современные, быстрые и надёжные логистические решения, где высокоскоростные железнодорожные перевозки обладают значительным конкурентными преимуществами.

Трансформирующийся ритейл FMCG. Несмотря на замедление абсолютных темпов роста (в 2025 году темпы роста совокупного онлайн-ритейла впервые за несколько лет замедлились до 25,5%), рынок FMCG (товаров повседневного спроса) переживает глубокую структурную трансформацию, так как растет доля дискаунтеров, происходит консолидация сетей, а так же происходит повсеместный переход к омниканальным моделям с интеграцией онлайн-заказов (click&collect, доставка из ближайшего магазина)[7]. В этих условиях для ритейлеров важнее всего становится скорость оборачиваемости товарных запасов, повышение устойчивости поставок и снижение логистических издержек. Задачи оперативного реагирования на колебания спроса и снижения страховых запасов на удаленных распределительных центрах и оптимизации работы всей сети можно было бы решить организацией скоростного железнодорожного сообщения между региональными распределительными центрами (РЦ) крупнейших игроков (X5, «Магнит» и т.д.). Стоит также подчеркнуть, что в условиях необходимости развития собственного производства и импортозамещения контроль над цепочкой поставок становится серьезным стратегическим преимуществом.

3. Преимущества и вызовы для железнодорожной отрасли

В первую очередь, развитие ВСМ открывает для ОАО «РЖД» стратегическое преимущество технологического прорыва, который в свою очередь стимулирует разработку инновационного подвижного состава, систем управления инфраструктурой и цифровизации логистики. Во-вторых, нельзя не отметить возможность повышения эффективности использования инфраструктуры благодаря более равномерной загрузке дорогостоящих объектов ВСМ. При этом, с запуском ВСМ происходит диверсификация бизнеса за счет выхода в новый высокомаржинальный сегмент и снижения зависимости от массовых грузов.

Кроме того, развитие грузовых ВСМ укрепляет экологическое лидерство железнодорожного транспорта, предлагая самый «зелёный» способ скоростной доставки в рамках ESG-повестки. Таким образом, данный проект не только решает текущие задачи отрасли, но и создаёт фундамент для её долгосрочного технологического и экономического роста.

При этом, на пути внедрения грузовых ВСМ в Российской Федерации возникает ряд серьезных препятствий, включающих в себя как инфраструктурные: создание или переоборудование терминалов под высокоскоростную обработку грузов и поиск окон в плотном графике пассажирского движения (вероятнее всего – в ночные часы), так и технологические: разработка подвижного состава, который бы успешно сочетал скоростные характеристики с надежным креплением грузов, соблюдением габаритных ограничений и возможностью поддержания эффективной работы с учетом актуальных климатических условий.

Кроме того, безусловно возникают организационные и тарифные вызовы, требующие внедрения гибких систем ценообразования, бесшовной интеграции скоростной доставки с классической логистикой «последней мили» и налаживания долгосрочных контрактов с крупными грузоотправителями и операторами. Преодоление этих барьеров – ключевое условие для того, чтобы потенциальные преимущества грузовых ВСМ стали реальностью.

Заключение

Мировой опыт показывает, что системы высокоскоростных железнодорожных перевозок грузов успешно работают в сегментах, где ключевыми факторами являются скорость, надёжность и сохранность грузов, представляя собой перпективное направление развития логистической инфраструктуры Российской Федерации. Российский рынок демонстрирует устойчивый спрос на современные логистические решения в сферах электронной коммерции, фармацевтики и товаров повседневного спроса. Внедрение высокоскоростных грузовых перевозок позволит снизить издержки, ускорить оборачиваемость товаров и повысить конкурентоспособность национальной логистики. При этом, для реализации данного потенциала необходимы инвестиции в инфраструктуру, адаптация нормативной базы и развитие партнертства между государством, железнодорожными операторами и бизнесом, а интеграция высокоскоростных технологий в грузовые перевозки может стать стратегическим шагом к созданию гибкой, эффективной и устойчивой логистической системы будущего.

Современная мировая экономика характеризуется стремительной трансформацией логистических парадигм, где на первый план выходят такие параметры, как скорость, надёжность, гибкость и устойчивость цепочек поставок. С этим учетом, традиционный железнодорожный грузовой транспорт, исторически доминировавший в перевозках массовых, низкодоходных грузов на большие расстояния, сталкивается с необходимостью поиска новых рыночных ниш и технологических решений. Одним из наиболее перспективных и стратегически значимых направлений диверсификации является адаптация технологий высокоскоростного пассажирского движения (ВСМ) для организации скоростных грузовых перевозок.

Литература

1. https://railtrain.pro/tgv-la-poste
2. https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/italiya-zapuskaet-gruzovuyu-vsm/
3. https://rossaprimavera.ru/news/094e80c2
4. Ecommerce в 2025 году: основные изменения и тренды рынка (URL: https://yandex.ru/adv/edu/materials/trendy-ekoma)
5. Ведомости.ru. (URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/03/14/rossiiskii-rinok-elektronnoi-kommertsii-v-optimistichnom-stsenarii-mozhet-virasti-do-rekordnih-35-trln-rub-k-2030-g) (14.03.2025).
6. Фармацевтический вестник. AlphaRM: итоги 2024 года (31 декабря 2024 г.)
7. Ведомости.ru (URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/11/12/e-grocery-vihodit-na-novii-uroven--ot-burnogo-rosta-k-intellektualnoi-zrelosti)

Using High-Speed Rail for Freight Transportation

Tsalikova K.R., Babichev E.S.
JSC "IERT"

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the potential for high-speed rail freight transportation in Russia. Based on an analysis of global experience (France, Italy, China) and current trends in key market segments—FMCG, pharmaceutical logistics, and e-commerce—the need for high-speed freight solutions is substantiated. It is shown that such transportation can be a response to the growing demands for speed, reliability, and cost-effectiveness of logistics in the context of digitalization and changing consumer behavior.

Keywords: High-speed freight transportation, high-speed rail, logistics, e-commerce, pharmaceutical logistics, FMCG, rail transport, supply chains, Russia.

References

1. https://railtrain.pro/tgv-la-poste
2. https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/italiya-zapuskaet-gruzovuyu-vsm/
3. https://rossaprimavera.ru/news/094e80c2
4. E-commerce in 2025: Key Changes and Market Trends (URL: https://yandex.ru/adv/edu/materials/trendy-ekoma)
5. Vedomosti.ru. (URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/03/14/rossiiskii-rinok-elektronnoi-kommertsii-v-optimistichnom-stsenarii-mozhet-virasti-do-rekordnih-35-trln-rub-k-2030-g) (March 14, 2025).
6. Pharmaceutical Bulletin. AlphaRM: 2024 Results (December 31, 2024)
7. Vedomosti.ru (URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/11/12/e-grocery-vihodit-na-novii-uroven--ot-burnogo-rosta-k-intellektualnoi-zrelosti)

Реструктуризация внутренней авиационной маршрутной сети в условиях трансформации рынка

Челпанов Кирилл Александрович
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, kirill.chelpanov@mail.ru,

Никишов Сергей Иванович
д.э.н., профессор кафедры международной коммерции и логистики, nikishov-si@ranepa.ru

В своей работе автор создал модель реструктуризации внутренней маршрутной сети с целью увеличения мобильности населения регионов РФ путём повышения частотности выполнения рейсов между региональными финансовым, деловыми и промышленными центрами. Автор использовал эмпирические методы исследования, такие как наблюдение, измерение, описание и эксперимент, а также теоретические: анализ, синтез, моделирование, индукция и дедукция. Благодаря внедрению кросс-пересадочных рейсов выполняются задачи, предусмотренные в стратегии развития транспорта России до 2030 года. Это способствует росту экономической активности и реализации туристического потенциала ряда территорий.
Ключевые слова: гражданская авиация, аэропорты, маршрутная сеть, пассажирская логистика, регионы, мобильность.

В своей работе автор исследования использует методы сравнения, наблюдения, а также измерение и применение ряда статистических методов.

Российская авиационная отрасль столкнулась с беспрецедентным санкционным давлением за всю историю своего существования. Согласно данным Министерства транспорта РФ, с 2022 года число воздушных судов гражданской авиации снизилось на 16% с 1287 до 1088 в начале 2026 года [3]. Уровень авиационной мобильности населения России находится ниже общемирового уровня – для сравнения, в ОАЭ на уровне 6,5 поездок на человека в год, в Великобритании – 3, в США – 2,8, в России – 2,6 [1]. При этом региональные аэропорты демонстрируют высокий уровень спроса, который необходимо удовлетворять в условиях ограниченного числа воздушных средств.

Уровень авиационной мобильности населения РФ

Общемировой показатель:

Страна	Кол-во полетов на чел. в год
Россия	2,6
США	2,8
Великобритания	3
ОАЭ	6,5

Регионы РФ с наименьшим уровнем мобильности:

Регион	Кол-во поездок
Псковская область	0,2
Курганская область	0,25
Ивановская область	0,3

Рис. 1 – Сравнение уровня авиационной мобильности в РФ и зарубежье. Составлено автором

В России разработана стратегия развития транспортной отрасли до 2030 года [4], одной из целей которой является увеличение числа пассажиров авиационного транспорта, а также повышение доступности авиабилетов путём создания низкобюджетных авиакомпаний. В качестве одного из решений власти РФ предлагают создать узловые аэропорты, ориентированные для совершения пересадок. Также авторы документа отмечают важность перехода авиакомпаний на отечественный подвижной состав, так как это позволит поддержать российскую промышленность и снизить затраты на логистику запчастей, а также общие эксплуатационные издержки.

На основе целей, достижения которых требуется от отрасли гражданской авиации России, автор предлагает внести изменения в маршрутизацию внутренних направлений, которая в перспективе может быть масштабирована на востребованные международные направления. На начальном этапе автором предусмотрена реструктуризация маршрутной сети РФ посредством увеличения частотности выполнения рейсов по уже существующим воздушным линиям, а не на основе открытия новых направлений. При этом введение кросс-пересадочных маршрутов выгодно для авиакомпании-оператора: общая выручка с рейсов увеличивается на 7-29%, а частотность выполнения рейсов в ряд регионов вырастает на треть. Автором предложена поддержка как регулярных, так и сезонных направлений. Они связывают федеральный центр (Москву) с региональными производственными, деловыми и финансовыми точками притяжения пассажиров, располагающихся на Урале, в Поволжье, Сибири и на Дальнем Востоке.

Концепцией кросс-пересадочных рейсов заложен маршрут, который пролегает через 3 точки. Во время следования из начальной в конечную точку самолёт совершает посадку в промежуточном пункте. Для повышения эффективности кросс-пересадочный аэропорт должен располагаться на схожей долготе или широте между точками А и С. Во время выполнения кросс-пересадочных рейсов в промежуточном аэропорту авиакомпания производит частичную ротацию пассажиров.

Законодательство разрешает авиакомпаниям совершать дозаправку с пассажирами на борту. Авиапредприятиям необходимо предоставить соответствующий регламент Росавиации, который совмещает в себе действия экипажа и наземных служб. Во время дозаправки на борту непрерывно должны присутствовать члены экипажа, а наземные службы должны использовать сертифицированное оборудование, избегать появления искр и не допускать работ с открытым огнём. Экипаж обязан быть готовым незамедлительно организовать эвакуацию пассажиров в случае появления угрозы. Нормы регулируются Федеральными авиационными правилами [2] и Воздушным кодексом РФ [6]. Для тех, кто летит из точки В до точки С предусмотрена сокращённая регистрация (до 40 минут), а ротация пассажиров происходит по 3 или 6 пассажиров (целый ряд или

его половина) на узкофюзеляжных моделях самолётов в компоновке кресел 3 на 3.

Также автором изучены аспекты труда кабинного экипажа. Нормы трудового законодательства устанавливают минимальный отдых между сменами в 12 часов, а также 42 часа непрерывного отдыха в неделю. В месяц сотрудники должны совершать не более 100 часов полётов, а в квартал не более 270 [5].

Ещё автором изучены технические аспекты совершения максимального количества взлётно-посадочных операций в сутки. Производители воздушных судов не регламентируют максимальное число таких операций, однако суточный налёт двигателей для большинства пассажирских воздушных судов не должен превышать 16 часов, а нахождение двигателей в режиме взлёта (TOGA) не выше 10-12 минут.

Таким образом автор отмечает, что выполнение кросс-пересадочных рейсов позволяет выполнить положения стратегии развития транспорта России до 2030 года в рамках технического и правового поля, сделав перелёты более доступными, при этом увеличивая выручку авиакомпаний. Кроме того, благодаря реструктуризации маршрутной сети, предлагаемой автором, вырастет авиационная подвижность населения, достигнув уровня европейских стран.

Автор провёл аналитику частотности выполнения авиарейсов из Москвы по более чем 100 направлениям, кроме южных. Это обусловлено ограничениями на приём воздушных судов в ночное время и участившимися атаками беспилотных летательных аппаратов, из-за которых аэропорты юга страны закрываются. Скверные направления не рекомендуются для внедрения кросс-пересадочной модели осуществления перевозок из-за сложных метеоусловий. Во время проведения аналитических работ автор учитывал запас пропускной способности промежуточных аэропортов, а также опыт проведения международных мероприятий, так как для промежуточных аэропортов (точка В) автором исследования установлены временные интервалы оборота воздушных судов максимальной длительностью в 80 минут (для узкофюзеляжных моделей). На первом этапе предлагается выполнение рейсов из/в Москву, но в перспективе начальной точкой могут выступать другие крупные центры деловой активности, например, Санкт-Петербург и Екатеринбург. Таким образом, автор разделил предлагаемые рейсы на 4 кластера: Приволжско-Уральский, Уральско-Сибирский, Сибирский и Дальневосточно-Сибирский. Данные направления автор выделил, исходя из аналитики численности колебаний авиарейсов из Москвы в динамично развивающиеся регионы России. Были выбраны те маршруты, у которых колебания предложения варьируются в пределах от 20% до 50%. Экономия времени достигается благодаря более быстрой работе наземных служб и дозаправки самолёта с пассажирами на борту.

Для первого этапа автор выделил 6 направлений:

1. Москва — Казань — Новокузнецк (сезонное)
2. Москва — Казань — Оренбург
3. Москва — Казань — Тюмень
4. Москва — Уфа — Иркутск
5. Москва — Красноярск — Горно-Алтайск
6. Москва — Новосибирск — Петропавловск-Камчатский

Казань является лидером среди промежуточных точек маршрута, так как столица Татарстана находится на идентичной с Москвой долготе, а в 2026 году власти введут в эксплуатацию третий пассажирский терминал, что увеличит пропускную способность аэропорта, в том числе расширит его потенциал в качестве пересадочного узла. На всех постоянных направлениях автор исследования предлагает внедрить третий рейс в неделю, который позволит увеличить частотность выполнения полётной программы между регионами, увеличив мобильность населения и позволив рассматривать авиационный транспорт в качестве альтернативы наземному или железнодорожному. При этом для маршрутов Сибирского и Сибирско-Дальневосточного кластеров авиационные маршруты являются единственным способом передвижения на общественном транспорте между регионами ввиду низкой развитости железнодорожных путей и автомобильных дорог. Во время определения ёмкости рынка автор опирался на следующую закономерность: если спрос между точками В и С стабильный, то большинство пассажиров отправятся «короткими» рейсами. Примерами могут служить маршруты «Казань – Новокузнецк», «Казань – Тюмень» и «Красноярск – Горно-Алтайск».

Для всестороннего изучения автор предлагает рассмотреть сезонный маршрут «Москва – Казань – Новокузнецк», рекомендуемый для выполнения по зимнему расписанию с пиком в январе и феврале. Это обусловлено близостью Новокузнецка к популярному горнолыжному курорту «Шерегеш». Дополнительный вылет предлагается организовать во вторник, так как в этот день предложения по данному направлению как из Москвы, так и из Казани носят минимальное количество. На основе метода регрессионного анализа автор построил прогноз на сезон 2025-2026. Точность прогноза составляет 99%, его динамика положительна, в 2026 году ожидается рост пассажиропотока от 5% по направлению «Москва – Новокузнецк» до 15% по маршруту «Москва – Горно-Алтайск».

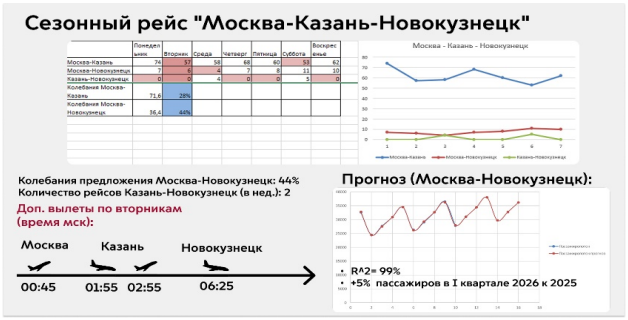


Рис. 2 – Инфографика прогноза спроса. Составлена автором

Далее автором рассмотрена ценовая политика на авиабилеты. Топливный сбор перераспределяется на пассажиров коротких рейсов. Приоритетом является получение выручки от пассажиров экономического класса, имея конкурирующие тарифы.

В качестве затрат автор рассматривал стоимость авиатоплива, а также единый аэропортовый сбор с одного пассажира. Оставшаяся выручка авиакомпании может быть направлена на покрытие других расходов, таких как заработная плата персонала, амортизационные расходы и прочее. В качестве сравнения автор анализировал существующую стоимость билетов с идентичной структурой затрат. Базово автором рассмотрены тарифы без багажа.

Так как дополнительный рейс из Москвы в Казань выполняется в ночное время, когда другие самолёты по заданному маршруту не летают, дефицит предложения позволяет повысить стоимость авиабилетов с целью сокращения общих издержек. Сниженные цены действуют как для пассажиров экономического, так и для пассажиров бизнес-класса, вылетающих из Москвы в Новокузнецк с промежуточной посадкой в Казани. Цена на авиабилеты из Москвы в Новокузнецк на 2,3 тыс. рублей дешевле прямых авиаперелётов. Для пассажиров из Казани в Новокузнецк стоимость билета аналогична существующей альтернативе. Места бизнес-класса дают рейсу дополнительную маржинальность, а благодаря тому, что по одному маршруту продаётся сразу 2 вида билетов, а оборот пассажиров происходит чаще, планируемый рейс становится прибыльнее на 12%, однако это возможно только в высокий сезон и с полной заполняемостью мест бизнес-класса.

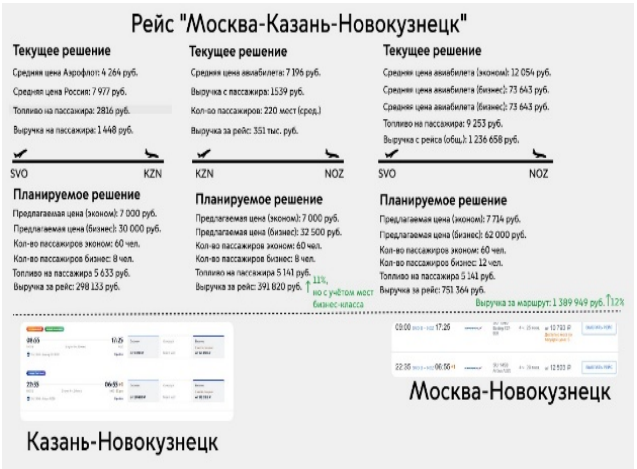


Рис 3 – Ценообразование рейса из Москвы в Новокузнецк. Составлено автором

На основе вышеперечисленного механизма расчёта издержек, автором составлена динамика маржинальности рейсов по всем предложенным направлениям. Как следует из сводной таблицы, наиболее прибыльными являются рейсы с использованием кресел бизнес-класса по среднемагистральным направлениям, которые полностью вырабатывают ресурс узкофюзеляжных самолётов по уровню дальности. Кроме того, часть направлений объединяют деловой и туристический потоки, что делает спрос более однородным. Примером такого маршрута выступает «Москва – Уфа – Иркутск». Отдельно автором отмечается дефицит широкофюзеляжных самолётов для выполнения рейсов по направлениям на

Дальний Восток. Из-за высокого топливного сбора, который перераспределяется между сравнительно небольшим числом пассажиров, маржинальность рейсов снижается в 3 раза в сравнении с широкофюзеляжными лайнерами. При этом введение кросс-пересадочных рейсов позволяет пассажирам выбирать авиационный транспорт в качестве приоритетного для совершения региональных поездок.

Итоговая сводная таблица

Рейс (данные включают расходы и выручку с коротких рейсов)	Цена эконом-билета нынешняя (руб.)	Цена эконом-билета планируемая (руб.)	Динамика, %	Общая выручка (нынешняя с учётом бизнес), руб	Общая выручка (планируемая с учётом бизнес), руб	Динамика, %
только эконом-класс Москва-Оренбург	10 036	8 000	↓20%	789 833	847 370	↑7%
только эконом-класс Москва-Тюмень	10 362	8 300	↓23%	932 728	1 033 542	↑10%
Москва-Иркутск	11 826	9 000	↓24%	586 072	1 065 157	↑29%
Москва-Новокузнецк	12 054	9 800	↓19%	1 232 558	1 389 949	↑12%
Москва-Горно-Алтайск	15 360	12 000	↓22%	2 230 405	2 852 327	↑27%
Москва-П.Камчатский (бизнес-777)	21 000	15 000	↓29%	3 198 933	3 250 195	↑9%
Москва-П.Камчатский (бизнес А321)	21 000	18 000	↓15%	-	1 130 673	-

Рис. 4 – Сводная таблица финансовых показателей предлагаемых кросс-пересадочных рейсов. Составлена автором

Результаты и обсуждения

Короткие рейсы маржинальны без использования мест бизнес-класса (запас топлива до 6 тыс. литров) из-за неустановленного спроса на места бизнес-класса, а также, прежде всего, необходимостью выполнения рейсов в рамках социальных обязательств. При этом драйвером спроса должно выступать появление на коротких маршрутах комфортных воздушных судов семейств Airbus, Boeing и в перспективе МС-21 (например, на направлении «Казань – Оренбург»). Увеличение затрат на топливо ведёт к неизбежному использованию мест бизнес-класса, так как длинные рейсы без таких мест являются убыточными. Одним из преимуществ введения кросс-пересадочных рейсов выступает появления кресел бизнес-класса на региональных направлениях, при этом их небольшое количество позволяет обеспечить высокий процент занятости таких мест. Рейсы по дальневосточным направлениям выгодны только при максимальной загрузке. Автор предлагает рассмотреть выделение субсидий для выполнения кросс-пересадочных рейсов по дальневосточным направлениям.

Таким образом, автор отмечает, что кросс-пересадочные рейсы решают вопрос частотности авиарейсов, повышая приоритет планирования пути пассажира, используя воздушный вид транспорта. При этом доступность авиабилетов остаётся низкой из-за общих издержек, значительную часть которых занимают топливные расходы, а также в связи с высокой стоимостью авиабилетов для конечного потребителя. Автор отмечает, что цена на билеты не сопоставима с уровнем медианной заработной платы в регионах. Одним из способов уменьшения стоимости авиабилетов автор видит в выпуске отечественных самолётов с прогрессивной системой расхода топлива, проактивному применению автомата тяги при переключении режимов работы двигателей, а также усиленному регулированию цен на авиатопливо со стороны государства, что особенно актуально в текущих реалиях.

Автор считает целесообразным введение кросс-пересадочных рейсов в условиях дефицита воздушных судов и необходимости расширения провозной ёмкости на внутренних направлениях. Модель рейсов, описанная в этом исследовании, позволяет увеличить комфорт перевозок, усилить конкуренцию на маршрутах, при этом снижая стоимость авиабилетов для пассажиров. Кроме того, у авиакомпаний увеличивается маржинальность рейсов ввиду тщательно отобранной географии поездок и выбору направлений, находящихся в состоянии роста.

Из-за атак беспилотных летательных аппаратов и частому закрытию воздушных зон, выполнение кросс-пересадочных рейсов в 2026 году не представляется возможным в связи с повышенными рисками сбоя в расписании авиакомпаний. Автором рекомендуется заложить концепцию увеличения межрегиональных перевозок методом совершения кросс-пересадочных рейсов в стратегию развития транспорта России до 2035 года.

Литература

1. International Air Transport Association (IATA). World Air Transport Statistics 2025 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.iata.org/en/publications/wats/ (дата обращения: 25.01.2026).
2. Воздушный кодекс Российской Федерации: ФЗ от 19 марта 1997 г. № 60-ФЗ (в ред. от 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ. — 1997. — № 12. — Ст. 1329. — Ст. 103. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_14454/ (дата обращения: 22.08.2025).
3. Главное — крылья: в РФ расконсервируют старые самолёты для поддержания пассажиропотока / В. Гаврилов // Известия. – 2025. – URL: https://iz.ru/2025851/vladimir-gavrilov/glavnoe-krylya-v-rf-raskonserviruyut-starye-samolety-dlya-podderzhaniya-passazhiropotoka (дата обращения: 14.12.2025).
4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства РФ от 24 декабря 2021 г. № 3998-р. — Режим доступа: http://government.ru (дата обращения: 14.12.2025).
5. Трудовой кодекс Российской Федерации: ФЗ от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (в ред. от 08.08.2024) // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 1 (ч. 1). — Ст. 3. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 22.08.2025).
6. Федеральные авиационные правила «Требования к обеспечению безопасности полётов воздушных судов при выполнении коммерческих воздушных перевозок» (ФАП-128): Приказ Минтранса России от 31 июля 2023 г. № 293 (зарегистрирован Минюстом России 15 сентября 2023 г. № 79845) // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202309150024 (дата обращения: 22.08.2025).

Restructuring of the domestic air transportation route network under conditions of market transformation

Chelpanov K.A., Nikishov S.I.

Russian Academy of National Economy and Public Administration

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

In his own work, the author created a model for restructuring the domestic route network in order to increase the mobility of the population of the regions of the Russian Federation by increasing the frequency of flights between regional financial, business and industrial centers. The author used empirical research methods such as observation, measurement, description, and experiments, as well as theoretical ones: analysis, synthesis, modeling, induction, and deduction. Thanks to the introduction of these flights, the tasks provided for in the Russian transport development strategy until 2030 are being fulfilled. This contributes to the growth of economic activity and the realization of the tourism potential of a number of territories.

Keyword: civil aviation, airports, route network, passenger logistics, regions, mobility.

References

1. Gavrilov, V. The Main Thing Is Wings: Russia to Reactivate Old Aircraft to Maintain Passenger Traffic // Izvestia. – 2025. – Available at: https://iz.ru/2025851/vladimir-gavrilov/glavnoe-krylya-v-rf-raskonserviruyut-starye-samolety-dlya-podderzhaniya-passazhiropotoka (accessed: 14.12.2025).
2. International Air Transport Association (IATA). World Air Transport Statistics 2025 [Electronic resource]. – Available at: https://www.iata.org/en/publications/wats/ (accessed: 25.01.2026).
3. Labour Code of the Russian Federation: Federal Law No. 197-FZ of 30 December 2001 (as amended on 08.08.2024) // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 2002. – No. 1 (Part 1). – Art. 3. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (accessed: 22.08.2025).
4. Transport Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2030 [Electronic resource]: approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 3998-r of 24 December 2021. – Available at: http://government.ru (accessed: 14.12.2025).
5. Federal Aviation Regulations “Requirements for Ensuring Flight Safety of Aircraft During Commercial Air Transportation Operations” (FAR-128): Order of the Ministry of Transport of Russia No. 293 of 31 July 2023 (registered by the Ministry of Justice of Russia on 15 September 2023, No. 79845) // Official Internet Portal of Legal Information. – Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202309150024 (accessed: 22.08.2025).
6. Air Code of the Russian Federation: Federal Law No. 60-FZ of 19 March 1997 (as amended on 08.08.2024) // Collection of Legislation of the Russian Federation. – 1997. – No. 12. – Art. 1329. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_14454/ (accessed: 22.08.2025).

Оценка стратегического инновационного потенциала участников кластерных структур на примере кластера ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы»

Чуреков Антон Александрович
аспирант, Высшая школа государственного администрирования, МГУ имени М.В. Ломоносова, A.churekov@matec.ru

Статья посвящена разработке и апробации методического подхода к оценке стратегического инновационного потенциала участников кластерных структур. Актуальность исследования обусловлена недостаточной проработанностью дифференцированных инструментов оценки, учитывающих специфику различных функциональных ролей участников научно-образовательных и промышленных кластеров. Цель работы – сформировать методический алгоритм комплексной оценки стратегического инновационного потенциала на основе шести компонентов: ресурсного, кадрового, финансового, управленческого, рыночного и научно-технологического – и апробировать его применительно к участникам ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы». Методологической основой служат концепции стратегирования В. Л. Квинта, теория кластеров М. Портера, подходы к оценке инновационного потенциала, представленные в российской и зарубежной литературе. Предложена формула интегральной оценки стратегического инновационного потенциала с весовыми коэффициентами по каждому компоненту. Апробация на примере ИНТЦ МГУ выявила преимущества научно-технологического и кадрового блоков при относительной недостаточности рыночного и финансового компонентов. Практическая значимость состоит в возможности применения подхода управляющими структурами кластеров, органами стратегического планирования, университетами и институтами развития для диагностики состояния участников, выявления зон роста и корректировки стратегии развития кластера.

Ключевые слова: кластерная структура, стратегический инновационный потенциал, оценка инновационного потенциала, научно-образовательный кластер, стратегирование, инновационное развитие, кластерная политика, интегральный индекс.

Введение

Настоящая статья предлагает методический подход, позволяющий восполнить этот пробел. Он опирается на комплексную модель стратегического инновационного потенциала и апробируется на примере одного из ведущих научно-технологических кластеров России – ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы», интегрирующего академическую, исследовательскую и промышленную среду.

Теоретические основы изучения кластеров заложены в работах М. Портера, доказавшего, что территориальная концентрация взаимосвязанных компаний формирует конкурентные преимущества за счёт специализации, кооперации и доступа к общим ресурсам. Развивая эти идеи применительно к инновационному измерению, К. Кетелс и С. Процив установили значимую корреляцию между кластерным присутствием и показателями экономической результативности регионов [25]. Зарубежные исследования Э. Уйарры и Р. Рамлогана показывают, что кластерная политика оказывает существенное положительное воздействие на инновационную активность участников при условии наличия чётких механизмов координации [26].

В российской науке кластерная проблематика разрабатывается в нескольких направлениях. В области стратегирования особое внимание уделяется вопросам формирования долгосрочных ориентиров и механизмов согласования интересов участников кластерных структур. Основы кластерной организации экономики заложены в работе В.Л. Квинта, С.Д. Бодрунова, в которой развиваются идеи стратегирования как науки о выборе и реализации приоритетов развития территорий.

В области пространственного развития ученые А.Р. Бахтизин [4], М.В. Макаров [14], рассматривали проблемы кластеризации с точки зрения региональной дифференциации, пространственно-функциональной организации промышленности и оценки инновационного потенциала территорий.

Непосредственно вопросы проектирования и формирования промышленных кластеров рассмотрены в монографии А.П. Агаркова и Р.С. Голова, в работах Ю.О. Макаровой О.Ю., Ольковой А.Е. [15], Новиковой [17].

Инновационно-синергетическое развитие промышленных организаций как основу для кластерного взаимодействия исследуют Р. С. Голов и А. В. Мыльник [8]. Управление эффективностью инновационного кластера через систему индикаторов и организационных механизмов изучают С. Н. Лапшина, М. Г. Лордкипанидзе, М. А. Илышева и А. Н. Низов [13]. Территориальное измерение кластеризации, включая институциональный подход, представлено в работе Д. А. Шейкина, И. В. Митрофановой и Н. Н. Киселевой [24]. Региональные аспекты промышленной кластерной политики и её инструменты рассматривают И. С. Ферова, Р. Г. Шорохов и соавторы [22], а также Т. В. Ускова и А. С. Барабанов [20].

Научно-образовательная специфика кластеров изучается в работах Е. А. Мальцевой [16]. Трансформация стратегического управления инновационно-промышленными кластерами в условиях цифровизации рассмотрена М. А. Плахотниковой и Ю. В. Вертаковой; стратегические подходы к устойчивому развитию высокотехнологичных кластеров в условиях цифровой трансформации анализирует М. В. Глинянов [5]. Федоров С. И. исследует взаимосвязь кластерной политики и инновационной активности промышленных предприятий [21]. Е. С. Хаценко разрабатывает теорию и методологию функционирования кластеров в системе региональной экономики [23].

Проблематика оценки инновационного потенциала раскрывается в ряде диссертационных работ. К. И. Гоман анализирует развитие инновационного потенциала интегрированных промышленных структур, обосновывая необходимость многокомпонентных моделей [9]. С. К. Х. Алмршед исследует стратегическое управление инновационным потенциалом промышленного предприятия [2]. Р. В. Вотинцев рассматривает воспроизводство инновационного потенциала через призму жизненного цикла технологий [7]. В. В. Бурлаков анализирует управление инновационным потенциалом с учётом латентности инноваций [6]. Механизм оценки потенциала коммерциализации научно-технических разработок университета предлагает Н. Ю. Зубарев [10].

В области стратегирования базовым концептуальным ориентиром выступает монография В. Л. Квинта и С. Д. Бодрунова, трактующих

стратегирование как процесс целенаправленного формирования будущего на основе системной оценки потенциала и возможностей. В работе В. Л. Квинта, И. В. Новиковой и соавторов экономическая и финансовая стратегия рассматривается как механизм достижения конкурентных преимуществ в условиях трансформирующейся экономики [12]. Методические аспекты оценки и выбора решений в стратегическом инновационном менеджменте разработаны В. А. Балыбердиным, А. М. Белевцевым и Г. П. Бендерским [3].

Таким образом, в научной литературе сформирован значительный задел по теории кластеров, инновационному потенциалу и стратегическому управлению. Вместе с тем комплексный методический подход к оценке стратегического инновационного потенциала участников кластера с учётом их функциональных ролей остаётся недостаточно разработанным.

Существующие подходы к оценке инновационного потенциала кластеров, как правило, ориентированы либо на агрегированные макроэкономические индикаторы – объём НИОКР, патентная активность, доля инновационной продукции, – либо на оценку отдельных аспектов деятельности конкретного предприятия. При этом недостаточно учитывается принципиальное различие в функциональных ролях участников кластера. Университет, НИИ, промышленное предприятие, технопарк, управляющая структура и венчурный фонд имеют разные компетенции, ресурсы и горизонты деятельности. Применение к ним единой унифицированной шкалы оценки не позволяет выявить реальные зоны роста и определить, кто из участников способен выступать драйвером развития кластера.

Другой нерешённой проблемой является отсутствие чёткой методической связи между результатами оценки потенциала и процессом стратегического целеполагания кластера. Диагностика, не встроенная в систему управленческих решений, утрачивает практическую ценность. Наконец, большинство существующих методик ориентированы на количественные показатели, что затрудняет их применение в условиях ограниченной отчётности, характерной для ранних стадий развития инновационных кластеров.

В этой связи необходим комплексный подход, позволяющий: оценивать не только индивидуальный потенциал участников, но и их вклад в общий синергетический эффект кластера; учитывать функциональную специфику каждой группы участников; сочетать количественные и качественные инструменты оценки; обеспечивать прямую связь результатов диагностики с формированием стратегических приоритетов.

Таким образом, целью статьи является развитие методологии стратегирования в области стратегической оценки инновационного потенциала кластерных структур и апробация методики оценки стратегического инновационного потенциала участников кластерных структур на примере кластера ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы» с учётом ресурсных, кадровых, финансовых, управленческих, рыночных и научно-технологических аспектов деятельности.

Материалы и методы исследования

Под стратегическим инновационным потенциалом участника кластерной структуры предлагается понимать совокупность ресурсов, кадровых компетенций, управленческих возможностей, научно-технологических заделов, рыночных связей и финансовых условий, обеспечивающих способность данного участника синтезировать, внедрять, коммерциализировать и масштабировать инновации в рамках общей стратегии развития кластера (рис. 1).

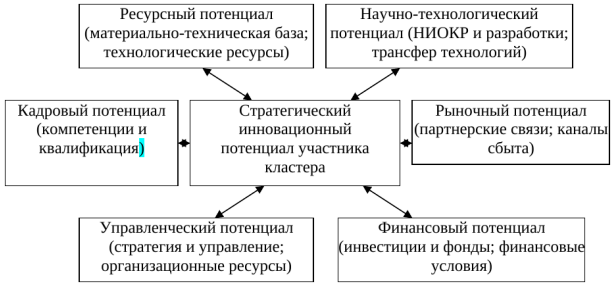


Рисунок 1. Структура стратегического инновационного потенциала участника кластера

Предложенная трактовка опирается на системную интеграцию двух подходов к пониманию инновации: процессно-трансформационного, рассматривающего её как непрерывный цикл создания и внедрения нового, и объектно-результативного, акцентирующего внимание на конечном продукте инновационной деятельности. Именно эта двойственность определяет многокомпонентность стратегического инновационного потенциала: он охватывает как способность к инновационному процессу (наличие ресурсов, кадров, управленческих инструментов), так и готовность к получению инновационного результата (технологическая зрелость, рыночная востребованность, финансовая устойчивость).

Ключевая особенность данной категории состоит в её кластерном измерении: стратегический инновационный потенциал участника не сводится к его индивидуальным характеристикам, а оценивается с точки зрения вклада в общий инновационный потенциал кластера, способности к кооперации и генерации синергетических эффектов.

На основании анализа научной литературы и логики стратегического управления инновационным развитием кластеров предлагается структурировать стратегический инновационный потенциал участника по шести ключевым компонентам, приведенным на рис. 1. Данная структура отражает многомерность инновационной деятельности и охватывает все функциональные аспекты, влияющие на способность участника вносить значимый вклад в достижение стратегических целей кластера (таблица 1) и требует расширенного толкования

Таблица 1

Компоненты стратегического инновационного потенциала участников кластерной структуры

Компонент потенциала	Содержание компонента	Возможные показатели оценки	Значение для стратегического развития кластера
Ресурсный	Совокупность материально-технических, инфраструктурных и информационных ресурсов участника, обеспечивающих осуществление инновационной деятельности	Обеспеченность исследовательской и производственной инфраструктурой; доступ к лабораторной и испытательной базе; наличие цифровых платформ взаимодействия	Формирует материальную основу для реализации инновационных проектов и обеспечивает интеграцию участников в единое технологическое пространство кластера
Кадровый	Наличие квалифицированных исследователей, инженеров, менеджеров инноваций, а также система подготовки и привлечения кадров	Доля сотрудников, занятых в НИОКР; наличие исследовательских коллективов; уровень междисциплинарных компетенций	Определяет интеллектуальный потенциал участника, способность генерировать новые знания и реализовывать сложные межотраслевые проекты
Финансовый	Совокупность финансовых ресурсов, источников финансирования и инструментов привлечения инвестиций для реализации инновационных проектов	Объём финансирования инновационных проектов; доступ к грантам, инвестициям и венчурному капиталу; устойчивость финансового обеспечения проектов	Обеспечивает ресурсную достаточность для реализации инициатив, снижает зависимость от единственного источника финансирования
Управленческий	Наличие стратегического видения, управленческих компетенций, инструментов координации и проектного управления инновационной деятельностью	Наличие стратегии инновационного развития; качество координации с другими участниками кластера; наличие проектного управления инновациями	Определяет способность участника встраиваться в стратегические инициативы кластера, согласовывать цели и эффективно распределять ресурсы
Рыночный	Совокупность рыночных связей, партнёрских отношений, каналов коммерциализации и степени готовности разработок к выходу на рынок	Наличие промышленных партнёров; опыт коммерциализации разработок; готовность продукции или технологии к выходу на рынок	Обеспечивает трансформацию научных результатов в рыночные продукты, создаёт условия для масштабирования инноваций
Научно-технологический	Совокупность научных заделов, результатов интеллектуальной деятельности, технологических компетенций и уровня готовности разработок	Наличие патентов и результатов интеллектуальной деятельности; количество НИОКР; технологическая готовность разработок	Формирует технологическое ядро кластера, обеспечивает конкурентоспособность разработок и их защиту в правовом отношении

Каждый из выделенных компонентов выполняет самостоятельную функцию в системе стратегического инновационного потенциала. Вместе с тем они находятся в тесной взаимосвязи: ресурсный компонент создаёт материальную основу для реализации кадрового компонента; кадровый обеспечивает носителей научно-технологического; финансовый – возможности для управленческого и рыночного. Системная слабость любого из них ограничивает реализацию остальных и снижает интегральный потенциал участника.

Предлагаемый методический алгоритм оценки стратегического инновационного потенциала участников кластера включает девять последовательных этапов, обеспечивающих переход от диагностики к стратегическим решениям. Логика алгоритма представлена на рисунке 2.

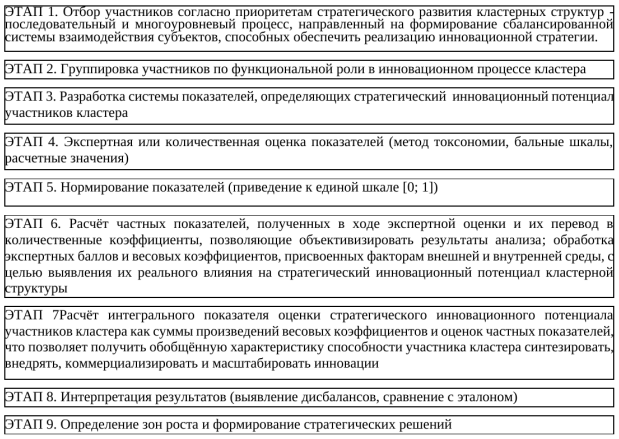


Рисунок 2. Алгоритм оценки стратегического инновационного потенциала участников кластера
Примечание: составлено автором.

Алгоритм обеспечивает последовательный переход от инвентаризации участников кластера к выработке конкретных управленческих решений. Его применение позволяет унифицировать оценку при сохранении учёта функциональной специфики каждой группы участников.Для практической реализации алгоритм разработана система показателей оценки стратегического инновационного потенциала, включающая 18 индикаторов по шести компонентам – не менее трёх на кажды. Система предусматривает возможность как количественной, так и экспертной оценки, что делает её применимой в условиях ограниченной информационной базы.

Все показатели имеют стимулирующий характер: их рост соответствует повышению стратегического инновационного потенциала участника. При наличии дестимулирующих показателей (например, доля проектов, не прошедших этап коммерциализации) применяется инверсия при нормировании. Нормирование осуществляется по методу линейного масштабирования. Интегральный индекс стратегического инновационного потенциала участника кластера рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{сип} = \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot I_i$$

где: Iсип – интегральный индекс стратегического инновационного потенциала участника кластера; w_i – весовой коэффициент i-го компонента; I_i – частная оценка i-го компонента, нормированная к шкале [0; 1]; $\Sigma w_i = 1$.

Весовые коэффициенты могут определяться тремя способами. Первый – экспертный метод: группа специалистов в области управления инновациями и кластерной политики присваивает веса, исходя из стратегических приоритетов конкретного кластера. Второй – метод парных сравнений (метод анализа иерархий): попарное ранжирование компонентов позволяет получить объективные весовые оценки при наличии достаточного числа экспертов. Третий – равномерное распределение: при отсутствии оснований для приоритизации всем шести компонентам присваивается равный вес ($w_i = 1/6 \approx 0{,}167$). В научно-образовательных кластерах типа ИНТЦ МГУ целесообразно повышать веса научно-технологического и кадрового компонентов как наиболее значимых для стратегической миссии данного типа организаций.Диапазон значений интегрального индекса - [0; 1]. Условная интерпретация: 0,8-1,0 - высокий уровень; 0,6–0,8 - уровень выше среднего; 0,4-0,6 - средний уровень; 0,2-0,4 - уровень ниже среднего; 0-0,2 - низкий уровень.

Результаты и обсуждение

ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы» является научно-образовательным и технологическим кластером, функционирующим в рамках системы Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Кластер интегрирует академические и исследовательские структуры МГУ, лабораторные и технологические подразделения, промышленных партнёров, технопарковую инфраструктуру, а также управленческие и финансовые организации. Специфика данной кластерной структуры определяется, прежде всего, высоким уровнем научного и образовательного потенциала, сосредоточенного в стенах ведущего университета России, при одновременно формирующейся системе коммерциализации и рыночного взаимодействия.

Апробация разработанного методического подхода проводилась на основе матрицы OTSW, где особое внимание уделялось полям трансформации угроз в возможности и рисков в преимущества, а также переосмыслению слабых сторон как потенциальных точек роста. В качестве приоритетов анализа рассматривались факторы внешней среды и текущая глобальная конъюнктура, что позволило учесть динамику технологической конкуренции и изменения рыночных условий. Качественная экспертная оценка стратегического инновационного потенциала проводилась по шести функциональным группам участников кластера – ресурсной, кадровой, финансовой, управленческой, рыночной и научно-технологической. Такой подход обеспечил комплексное понимание сильных и слабых сторон каждого блока, выявил возможности для синергии и позволил определить направления стратегического развития кластерной структуры.

Результаты качественной оценки позволяют зафиксировать ряд потенциально значимых выводов. Научно-образовательные организации и исследовательские подразделения демонстрируют высокий или уровень выше среднего по научно-технологическому и кадровому компонентам, что соответствует миссии университетского кластера. При этом именно у этих групп наиболее выражены ограничения рыночного и финансового компонентов: недостаточный опыт коммерциализации, зависимость от бюджетного финансирования, слабость каналов трансфера результатов в рыночные продукты.

Промышленные партнёры, напротив, обладают развитым рыночным компонентом и производственной базой, однако недостаточно вовлечены в академическую среду кластера. Это создаёт структурный дисбаланс: научный и производственный блоки кластера функционируют относительно автономно, что снижает синергетический эффект.

Инфраструктурные организации и управляющая структура обеспечивают горизонтальную интеграцию участников, однако их стратегический потенциал в части разработки системы мониторинга и диагностики инновационного потенциала требует усиления. Финансовые партнёры располагают инструментами поддержки инноваций, но их взаимодействие с научно-образовательным ядром кластера пока недостаточно институционализировано.

Оценка стратегического инновационного потенциала участников ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы» позволяет сделать следующие управленческие выводы.

1. Существует несоответствие между научным, производственным, финансовым и рыночным блоками. Высокий научно-технологический потенциал не в полной мере конвертируется в рыночные результаты, что свидетельствует о необходимости усиления механизмов трансфера технологий.

2. Научно-образовательные организации и исследовательские подразделения способны выступать драйверами инновационного развития в сфере генерации знаний, однако для реализации этой роли им необходима поддержка рыночных и финансовых партнёров.

3. Зонами, требующими приоритетного управленческого вмешательства, являются: коммерциализация научных результатов; финансовая диверсификация источников поддержки инновационных проектов; повышение уровня координации между академическими и промышленными участниками.

4. Результаты оценки напрямую связываются со стратегическими целями кластера: развитие рыночного компонента требует формирования цели по расширению промышленного партнёрства; усиление финансового компонента – цели по привлечению венчурного капитала и грантового финансирования; повышение управленческого компонента – цели по внедрению системы проектного управления инновациями.

5. Обоснованность решений по поддержке инновационных проектов значительно возрастает при наличии дифференцированной оценки по компонентам: инвестирование в проект участника с высоким научно-технологическим, но низким рыночным компонентом требует иных инструментов сопровождения, чем поддержка участника с обратным соотношением показателей.

Заключение

Для ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы» ключевое значение имеют научно-технологический, кадровый и инфраструктурный компоненты потенциала, определяющие стратегическую миссию кластера как центра генерации знаний. Вместе с тем дальнейшее развитие кластера связано с усилением коммерциализации, расширением рыночных каналов, повышением финансовой гибкости и развитием механизмов трансфера технологий. Применённая качественная экспертная шкала показала свою эффективность даже при ограниченной статистической базе, что делает методику применимой на ранних этапах развития кластерных структур и в условиях неполной открытости данных. Выявленные дисбалансы между научным и рыночным блоками, а также между академическими и про-

мышленными участниками указывают на необходимость целенаправленной управленческой политики по их сближению через совместные проекты, дорожные карты коммерциализации и механизмы перекрёстного финансирования.

Предложенный подход обладает высокой адаптивностью и может быть использован для оценки стратегического инновационного потенциала участников других научно-образовательных и промышленных кластеров при корректировке весовых коэффициентов и системы показателей с учётом отраслевой специфики и стадии развития. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой количественной шкалы нормирования показателей на основе реальных данных участников, что позволит перейти от экспертных к расчётным значениям; апробацией методики на нескольких кластерах различного типа для верификации алгоритма и установления сравнительных ориентиров; сравнительным анализом российских и зарубежных моделей оценки кластерного потенциала для выявления лучших практик и адаптации международного опыта к российским условиям; а также развитием цифровых инструментов мониторинга инновационного потенциала участников кластера на основе интеграции открытых данных, аналитических платформ и автоматизированных систем сбора показателей.

Литература

1. Агарков А.П., Голов Р.С. Проектирование и формирование инновационных промышленных кластеров: монография. М.: Дашков и К, 2021. 286 с.
2. Алмршед С.К.Х. Управление стратегическим развитием инновационного потенциала промышленного предприятия: дис. … канд. экон. наук. Челябинск, 2021. 181 с.
3. Балыбердин В.А., Белевцев А.М., Бендерский Г.П. Прикладные методы оценки и выбора решений в стратегических задачах инновационного менеджмента: монография. 5-е изд., стер. М.: Дашков и К, 2022. 240 с.
4. Бахтизин А.Р., Акинфеева Е.В. Сравнительные оценки инновационного потенциала регионов РФ // Проблемы прогнозирования. 2010. № 3. С. 73-81.
5. Глинянов М.В. Анализ стратегических подходов к управлению устойчивым развитием высокотехнологичных кластеров в эпоху цифровой трансформации экономического пространства // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 1. С. 98-112.
6. Бурлаков В.В. Управление инновационным потенциалом предприятия с учётом латентности инноваций: монография. М.: Научный консультант, 2024. 154 с.
7. Вотинцев Р.В. Управление воспроизводством инновационного потенциала предприятий ракетно-космической промышленности: дис. … канд. экон. наук. Красноярск, 2020. 186 с.
8. Голов Р.С., Мыльник А.В. Инновационно-синергетическое развитие промышленных организаций (теория и методология). М.: Дашков и К, 2021. 426 с.
9. Гоман К.И. Развитие инновационного потенциала интегрированных промышленных структур на современном этапе: дис. … канд. экон. наук. Самара, 2022. 261 с.
10. Зубарев Н.Ю. Механизм оценки потенциала коммерциализации научно-технических инновационных разработок университета: дис. … канд. экон. наук. М., 2024. 190 с.
11. Квинт В.Л., Бодрунов С.Д. Стратегирование трансформации общества: знание, технологии, ноономика: монография. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2021. 351 с.
12. Квинт В.Л., Новикова И.В., Алимурадов М.К., Аршинова А.И. Экономическая и финансовая стратегия / под науч. ред. В.Л. Квинта. М.: МГУ, 2024. 247 с.
13. Лапшина С.Н., Лордкипанидзе М.Г., Илышева М.А., Низов А.Н. Управление эффективностью инновационного кластера // Московский экономический журнал. 2020. № 8. С. 358-364.
14. Макаров М.В. Пространственно-функциональное развитие промышленности региона: содержание, оценка, стратегирование: дис. … канд. экон. наук. Воронеж, 2022. 185 с.
15. Макарова О.Ю., Олькова А.Е. Системный подход к реализации кластерной политики как условие устойчивого развития // Экономическое возрождение России. 2014. № 1. С. 89-101.
16. Мальцева Е.А. Научно-образовательный кластер как основа формирования новой экономики региона // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. № 3. С. 63-72.
17. Новикова Ю.О. Кластеры как институт формирования территориальных хозяйственных комплексов страны // Вопросы управления. 2018. № 5. С. 95-101.
18. Плахотникова М.А., Вертакова Ю.В. Современные тенденции трансформации стратегического управления инновационно-промышленными кластерами // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2021. № 2. С. 5-11.
19. Портер М. Международная конкуренция: Конкурентные преимущества стран / пер. с англ. М.: Международные отношения, 1996. 947 с.
20. Ускова Т.В., Барабанов А.С. и др. Производственные кластеры как инструмент роста конкурентоспособности региона. Вологда, 2018. 318 с.

Assessment of strategic innovative potential of cluster structure participants: the case of INTC MSU "Vorobyovy Gory"

Churekov A.A.

Lomonosov Moscow State University (MSU)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The paper is devoted to the development and testing of a methodological approach to assessing the strategic innovative potential of cluster structure participants. The relevance of the study is driven by the insufficient elaboration of differentiated assessment tools that account for the distinct functional roles of actors in science-educational and industrial clusters. The purpose of the article is to construct a methodological algorithm for comprehensive assessment of strategic innovative potential based on six components – resource, human capital, financial, managerial, market, and scientific-technological – and to test it with respect to participants of the Innovative Science-Technological Centre of MSU "Vorobyovy Gory". The theoretical and methodological framework draws on V. L. Kvint's strategizing concept, M. Porter's cluster theory, and approaches to innovative potential assessment available in Russian and international scholarly literature. An integral assessment formula incorporating weighted coefficients for each component is proposed. Approbation at the MSU INTC revealed substantial strengths in the scientific-technological and human capital domains, while the market and financial components were identified as areas requiring further development. The practical significance of the approach lies in its applicability by cluster management bodies, strategic planning authorities, universities, and development institutions for diagnosing participant states, identifying growth zones, and adjusting cluster development strategies. The proposed methodology may be adapted for other science-educational and industrial clusters operating in diverse sectors and regions.

Keywords: cluster structure, strategic innovative potential, assessment of innovative potential, science-educational cluster, strategizing, innovative development, cluster policy, integral index.

References

1. Agarkov A.P., Golov R.S. Design and Formation of Innovative Industrial Clusters: monograph. Moscow: Dashkov i K, 2021. 286 p.
2. Almrshed S.K.Kh. Managing the Strategic Development of the Innovative Potential of an Industrial Enterprise: diss. … Cand. Sci. (Econ.). Chelyabinsk, 2021. 181 p.
3. Balyberdin V.A., Belevtsev A.M., Bendersky G.P. Applied Methods for Assessing and Selecting Solutions in Strategic Tasks of Innovation Management: monograph. 5th ed., reprinted. Moscow: Dashkov i K, 2022. 240 p.
4. Bakhtizin A.R., Akinfeeva E.V. Comparative Assessments of the Innovative Potential of Russian Regions // Problems of Forecasting. 2010. No. 3. Pp. 73-81.
5. Glinyanov M.V. Analysis of Strategic Approaches to Managing the Sustainable Development of High-Tech Clusters in the Era of Digital Transformation of Economic Space // Environmental Management Issues. 2025. Vol. 4. No. 1. Pp. 98-112.
6. Burlakov V.V. Managing the Innovative Potential of an Enterprise Taking into Account the Latency of Innovations: monograph. Moscow: Scientific Consultant, 2024. 154 p.
7. Votintsev R.V. Managing the Reproduction of the Innovative Potential of Enterprises in the Rocket and Space Industry: diss. … Cand. Sci. (Econ.). Krasnoyarsk, 2020. 186 p.
8. Golov R.S., Mylnik A.V. Innovative and Synergetic Development of Industrial Organizations (Theory and Methodology). Moscow: Dashkov i K, 2021. 426 p.
9. Goman K.I. Development of Innovative Potential of Integrated Industrial Structures at the Present Stage: diss. … Cand. Sci. (Econ.). Samara, 2022. 261 p.
10. Zubarev N.Yu. Mechanism for Assessing the Commercialization Potential of Scientific and Technical Innovative Developments of a University: diss. … Cand. Sci. (Econ.). Moscow, 2024. 190 p.
11. Kvint V.L., Bodrunov S.D. Strategizing the Transformation of Society: Knowledge, Technology, Noonomics: monograph. St. Petersburg: INIR im. S.Yu. Witte, 2021. 351 p.
12. Kvint V.L., Novikova I.V., Alimuradov M.K., Arshinova A.I. Economic and Financial Strategy / ed. by V.L. Kvint. Moscow: MSU, 2024. 247 p.
13. Lapshina S.N., Lordkipanidze M.G., Ilysheva M.A., Nizov A.N. Managing the Efficiency of an Innovation Cluster // Moscow Economic Journal. 2020. No. 8. Pp. 358-364.
14. Makarov M.V. Spatial and Functional Development of Regional Industry: Content, Assessment, Strategizing: diss. … Cand. Sci. (Econ.). Voronezh, 2022. 185 p.
15. Makarova O.Yu., Olkova A.E. A Systems Approach to the Implementation of Cluster Policy as a Condition for Sustainable Development // Economic Revival of Russia. 2014. No. 1. Pp. 89-101.
16. Maltseva E.A. Scientific and Educational Cluster as the Basis for the Formation of a New Regional Economy // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2018. No. 3. Pp. 63-72.
17. Novikova Yu.O. Clusters as an Institution for the Formation of Territorial Economic Complexes of the Country // Issues of Management. 2018. No. 5. Pp. 95-101.
18. Plakhotnikova M.A., Vertakova Yu.V. Modern Trends in the Transformation of Strategic Management of Innovative Industrial Clusters // Theory and Practice of Service: Economics, Social Sphere, Technology. 2021. No. 2. Pp. 5-11.
19. Porter M. International Competition: Competitive Advantages of Countries / transl. from English. Moscow: International Relations, 1996. 947 p.
20. Uskova T.V., Barabanov A.S., et al. Production Clusters as a Tool for Improving Regional Competitiveness. Vologda, 2018. 318 p.

Динамика прямых иностранных инвестиций в странах Центральной Азии в условиях трансформации глобальных инвестиционных потоков

Эшонкулов Бахтиёр
член Наблюдательного Совета, ОАО "Банк Эсхата", b.eshonkulov@eskhata.com

Статья посвящена переосмыслению движения прямых иностранных инвестиций в странах Центральной Азии в 2000–2024 гг. Актуальность темы связана с перестройкой мировой инвестиционной среды, ростом геополитической напряженности, удорожанием капитала и повышенным вниманием инвесторов к качеству национальных режимов допуска и сопровождения вложений. Научная новизна состоит в переносе теоретической конструкции, разработанной в исследовании середины 1990-х гг. о государственном регулировании прямых иностранных инвестиций (ПИИ) в развивающихся странах, на современный материал Центральной Азии. Цель работы сводится к объяснению причин региональной неравномерности притока и накопления ПИИ. В исследовании использованы сравнительный анализ, концептуальный синтез, типологизация и интерпретация международной статистики и рецензируемых публикаций. В аналитической части установлено, что доминирование Казахстана в регионе опирается на долгую институциональную инерцию крупных сделок, тогда как текущие потоки все заметнее реагируют на реформаторские окна, отраслевую селекцию проектов и снижение транзакционной неопределенности в других странах региона. Практическая применимость связана с использованием предложенной логики для настройки инвестиционной политики и оценки качества укоренения внешнего капитала.

Ключевые слова: прямые иностранные инвестиции, Центральная Азия, Казахстан, Узбекистан, инвестиционная политика, интернализация, ОЛИ-модель, глобальные инвестиционные потоки, развивающиеся рынки, отраслевые приоритеты

Введение

Движение международного капитала за последние годы стало заметно жестче по условиям входа. Инвестор теперь оценивает не только размер рынка, наличие сырьевой базы или набор налоговых льгот. В расчет также входят санкционные риски, устойчивость цепочек поставок, стоимость заемных средств, режим репатриации дохода, качество арбитражной защиты и скорость административных процедур. Для Центральной Азии такая перестройка создала редкую ситуацию. Регион оказался в поле повышенного внимания как пространство добычи сырья, транзита, промышленной локализации и новой цифровой инфраструктуры. Одновременно внутри региона усилился разрыв между странами по накопленному объему прямых иностранных инвестиций и по способности превращать разовые сделки в повторяемый поток капитала.

Цель статьи состоит в объяснении того, как менялась логика притока прямых иностранных инвестиций в странах Центральной Азии в 2000–2024 гг. и по каким причинам региональная динамика приобрела столь неравномерный характер. Первая исследовательская линия связана с обновлением теоретической рамки, идущей от диссертационного исследования о государственном регулировании ПИИ в развивающихся странах. Вторая направлена на сопоставление накопленных запасов ПИИ и текущих потоков по странам региона. Третья сосредоточена на прикладной схеме, которая позволяет сместить инвестиционную политику от ориентации на валовой объем привлеченного капитала к оценке устойчивости, отраслевой связанности и качества закрепления инвестора в национальной экономике.

Научная новизна работы состоит в соединении классических объяснительных моделей ПИИ с нынешней ситуацией Центральной Азии, где инвестиционное поведение все чаще определяется сочетанием ресурсной ренты, институциональной настройки, международно-правовой защиты, финансовой упаковки проекта и способности страны выдерживать длительный горизонт окупаемости. Гипотеза исследования сводится к следующему: устойчивое лидерство Казахстана сформировалось под воздействием не одного сырьевого преимущества, а более широкого набора накопленных контрактных, инфраструктурных и институциональных условий, тогда как перераспределение текущих годовых потоков внутри региона все сильнее зависит от адресных реформ, отраслевой специализации и способности властей снижать транзакционные издержки инвестора.

Методы и материалы

Материальную базу составили одиннадцать источников. Десять позиций относятся к 2021–2025 гг. и охватывают рецензируемые статьи, международную статистику и аналитические материалы, пригодные для академического использования. Поиск литературы проводился в Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, на ресурсах UNCTAD и Всемирного банка по сочетаниям FDI, Central Asia, Kazakhstan, Uzbekistan, determinants, institutional environment, internalization, OLI, emerging market multinationals, investment agreements. На первоначальном этапе был собран массив из 47 публикаций и статистических материалов. После отсева дублирующихся текстов, кратких новостных сообщений, нерецензируемых обзоров и работ с размытым отношением к теме в корпус вошли три группы источников. Первая группа охватывает труды по эволюции теорий ПИИ и международного расширения компаний из развивающихся стран [4, 5, 8]. Вторая группа фиксирует страновые и отраслевые траектории Центральной Азии, прежде всего Казахстана и сопредельных экономик [2, 6, 9, 10]. Третья группа содержит статистические и обзорные материалы, позволяющие увидеть изменение мирового инвестиционного фона и его проекцию на развивающиеся страны [3, 7]. Теоретическая отправная точка исследования опирается на диссертационную работу о государственном регулировании прямых иностранных инвестиций в развивающихся странах, где были собраны положения об ОЛИ-модели, интернализации, норме капитализации и стратегиях транснациональных компаний [1].

Методическая часть опирается на сравнительный анализ страновых траекторий, анализ источников, концептуальный синтез, типологизацию инвестиционных режимов и аналитическое обобщение статистики ПИИ. Такое сочетание позволило увязать каждую исследовательскую линию с

отдельным узлом результатов и перейти от набора цифр к объяснению механизмов инвестиционной дифференциации внутри региона.

Результаты

Теоретическая основа исследования восходит к работе о государственном регулировании прямых иностранных инвестиций в развивающихся странах, выполненной в середине 1990-х гг. В этой конструкции внимание было сосредоточено на том, что решение о вложении капитала формируется на стыке микроэкономики проекта и макроэкономики страны приема. Наличие закона само по себе не создает доверия. Инвестор сопоставляет ожидаемую доходность с вероятностью исполнения правил, с режимом контроля над операциями и с тем, как государство ведет себя после входа капитала в экономику [1]. Для нынешней Центральной Азии эта мысль сохраняет полную аналитическую пригодность. Формальный набор гарантий можно разместить в нормативном акте за один политический цикл, но репутация режима складывается из повторяемости решений, качества контрактной практики, доступа к международному аудиту и способности чиновника не перестраивать правила в момент, когда проект уже вошел в фазу необратимых затрат.

Без четырех объяснительных блоков трудно прочитать и современную динамику региона. Речь идет об ОЛИ-модели Даннинга, теории интернализации, представлении о норме капитализации как границе приемлемого соотношения доходности и риска, а также о различии между импортзамещающей и экспортоориентированной стратегиями транснациональных компаний [1]. Эти конструкции в текущей литературе не исчезли. Исследователи уточнили их внутреннюю механику и связали с новыми типами неопределенности. В работах последних лет по международному расширению компаний из развивающихся стран подчеркивается, что преимущества владения и преимущества местоположения больше не выглядят фиксированным набором свойств фирмы и страны. Компании накапливают преимущества через правовую упаковку сделок, договорную защиту, политическую навигацию и обучение в нестабильных юрисдикциях [4, 5, 8]. Иначе говоря, классическая теория не утратила силы, но стала требовать более плотной привязки к институтам и к качеству международных соглашений, на которые инвестор опирает право собственности и возможность выхода из проекта.

Для Центральной Азии такая корректировка особенно значима. В регионе инвестор выбирает не только ресурс, рынок или низкие издержки. Он выбирает страну, где проще провести прединвестиционную проверку, открыть проектную структуру, получить подтвержденную финансовую отчетность, договориться с банками, зафиксировать режим разрешения споров и сохранить предсказуемость фискальных условий на длинной дистанции. По этой причине формула «сырье плюс льготы» описывает лишь входной уровень решения. Долгий инвестиционный цикл требует большего. Нужна страна, где участники сделки понимают не только процедуру входа, но и режим жизни капитала после входа. Этот мотив в исследовании 1995 г. был сформулирован через различие между наличием норм и их фактическим действием [1]. Современная региональная практика по существу подтверждает ту же мысль, но на ином материале и в более сложной международной среде.

Глобальная инвестиционная среда в рассматриваемый период стала заметно жестче. Всемирный банк сообщил, что в 2023 г. приток ПИИ в развивающиеся экономики сократился до 435 млрд долл., что стало самым низким значением с 2005 г. [3]. UNCTAD в очередном World Investment Report зафиксировала дальнейшее сжатие мировых потоков и связала его с геополитической фрагментацией, ростом неопределенности и избирательностью инвесторов в отношении долгих проектов [7]. Для Центральной Азии этот внешний фон имеет прямое значение. Страны региона конкурируют за внешний капитал в момент, когда крупные инвесторы охотнее концентрируют средства в ограниченном числе юрисдикций и жестче фильтруют сделки по качеству правовой и финансовой подготовки. В подобных условиях даже небольшое институциональное преимущество начинает влиять на итоговый выбор заметнее, чем в период дешевого капитала.

На этом фоне Казахстан сохраняет бесспорное превосходство по накопленному объему ПИИ. По материалам UNCTAD, накопленный объем прямых иностранных инвестиций в казахстанской экономике к концу 2024 г. достиг 151,3 млрд долл., или около 52% ВВП [7]. Одной ссылки на нефтегазовый сектор для объяснения такого результата недостаточно. Добывающие отрасли, конечно, дали стране раннюю массу крупных сделок и длинные экспортные проекты. Но столь крупное накопление капитала сложилось под действием нескольких взаимосвязанных условий. Во-первых, в Казахстане раньше, чем у соседей, сформировались крупные инвестиционные якоря с участием международных корпораций. Во-вторых, вокруг этих сделок выросла прикладная инфраструктура сопровождения: аудит по международным стандартам, листинговые процедуры, проектное финансирование, правовое структурирование обязательств, практика сложного корпоративного управления. В-третьих, первые большие сделки оставили после себя репутационный след. Следующий инвестор входил уже не в чистое поле, а в пространство, где существовали понятные прецеденты, известные контрагенты и отработанный язык сделки.

Практические иллюстрации хорошо показывают, из каких элементов складывалась эта институциональная масса. Например, размещение Hambledon Mining на Лондонской фондовой бирже в 2003 г., выпуск международных облигаций Tengizchevroil. в 2004 г., сделки, связанные с приходом крупных стратегических инвесторов в металлургию и добычу, а также выпуск зеленых облигаций Банка Эсхата при участии IFC в 2024 г. Они демонстрируют, что приток ПИИ в регионе часто опирается не на общий инвестиционный климат в абстрактном виде, а на умение собрать конкретную сделку, устранить слабое звено в отчетности, раскрытии или структуре обязательств и убедить инвестора в контролируемости проектного риска. Здесь старая теория интернализации получает вполне зримое наполнение. Инвестор сохраняет контроль над критическими узлами сделки там, где внешняя среда не дает ему достаточной уверенности в сторонних механизмах исполнения.

При сравнении накопленных запасов и текущих потоков картина становится сложнее. По данным Всемирного банка за 2024 г., чистый приток ПИИ в Узбекистан составил 2,99 млрд долл., в Казахстан - 1,98 млрд, в Туркменистан - 1,64 млрд, в Кыргызскую Республику - 705 млн, в Таджикистан - 291 млн долл. [3]. Эти цифры нельзя читать без поправки на размер экономики и на различие между исторически накопленным объемом и текущим движением капитала. Для Казахстана накопленный массив инвестиций огромен, но годовой приток в отдельный год не обязан быть рекордным. Сама структура зрелой сырьевой экономики делает потоки волнообразными. В проектной фазе капитальные затраты велики. После ввода мощностей часть проектов переходит в фазу эксплуатации, и статистика поступлений меняет рисунок. У Узбекистана наблюдается иная ситуация. Накопленный запас меньше, зато эффект реформаторского окна и активного перезапуска правил допуска капитала отражается на свежих потоках сильнее.

Сопоставление относительных показателей дополняет эту картину. В 2024 г. отношение чистого притока ПИИ к ВВП составило для Казахстана 0,7%, для Узбекистана - 2,6%, для Таджикистана - 2,1%, для Кыргызской Республики - 4,0% [3]. Эти значения нельзя превращать в прямой рейтинг инвестиционной силы стран. Они показывают другое. Инвестор реагирует на разные стадии инвестиционного цикла и на разную глубину уже накопленных вложений. В небольшой экономике даже один или два заметных проекта меняют относительный показатель сильнее. В крупной экономике с длинным шлейфом прежних сделок доля годового притока выглядит скромнее, хотя общий вес иностранного капитала в хозяйственной системе остается значительно выше. Следовательно, региональная иерархия ПИИ имеет два слоя. Первый фиксирует историческую массу вложений. Второй отражает текущую чувствительность капитала к политическим и отраслевым изменениям.

Эта двойственность хорошо просматривается при сопоставлении нескольких источников. В исследовании по странам Центральной Азии внимание обращено на то, что наибольшую инвестиционную привлекательность в регионе сохраняет Казахстан, хотя внутренняя структура его экономики создает и точки уязвимости [6]. В отраслевой работе по Восточной Европе и Центральной Азии показано, что сервисные ПИИ реагируют на фазы цикла иначе, чем вложения в добычу и производство, а в части случаев ведут себя с опережающей логикой по отношению к экономической динамике [2]. Публикации по международной экспансии компаний из развивающихся стран дополняют эту картину через другой ракурс. Фирма выбирает юрисдикцию не только по доходности, но и по набору правовых и организационных инструментов, которые снижают издержки координации, защищают контракт и помогают пережить смену внешних условий [4, 5, 8]. При совместном чтении этих работ формируется вполне определенный вывод. Центральная Азия вошла в период, когда для одних типов капитала решающее значение сохраняет ресурсная база, а для других на первый план выходит качество сделки, прозрачность корпоративной оболочки и скорость институционального отклика принимающей стороны.

Отраслевая структура дополнительно усиливает страновые различия. Казахстан по-прежнему удерживает значительную часть иностранного капитала в добыче и связанных с ней цепочках стоимости. Такая специализация обеспечивает стране внушительный объем накопленных ПИИ, но одновременно повышает зависимость от мировых цен, контрактных режимов и решений ограниченного круга крупных инвесторов. Материалы по энергетическому переходу Казахстана показывают, что в

новых сегментах, связанных с зеленой энергетикой, иностранный капитал сталкивается с другим набором препятствий: неопределенность тарифов, инфраструктурные ограничения, зависимость от импортного оборудования, вопросы сетевого доступа и длинные сроки согласований [10]. Из этого следует прикладной вывод. Большой накопленный объем инвестиций сам по себе не переводит капитал в новые отрасли. Для такого перехода властям и участникам рынка приходится перестраивать правила, рисковую модель проекта и способы его финансового закрытия.

Узбекистан движется по иной траектории. Страна в меньшей степени опирается на прошлую массу крупных сырьевых сделок и активнее использует эффект институционального обновления. Для инвестора подобная юрисдикция привлекательна в период, когда реформы меняют режим допуска капитала быстрее, чем успевает закрепиться недоверие к старым ограничениям. В такой ситуации старая дискуссия об импортозамещающей и экспортоориентированной стратегиях получает новое звучание. В Центральной Азии начала XXI в. эти модели редко существуют в чистом виде. Инвестор нередко рассматривает проект сразу в нескольких плоскостях. Он оценивает внутренний спрос, потенциальную локализацию, доступ к сырью, возможность реэкспорта и логистическое положение страны. Поэтому рост годовых потоков в Узбекистан отражает не простой количественный скачок, а изменение архитектуры инвестиционного предложения страны.

Кыргызстан и Таджикистан занимают иной сегмент регионального пространства. Их абсолютные объемы ПИИ невелики, но отдельные проекты способны заметно менять относительные показатели. В таких экономиках инвестор, как правило, не ищет широкий диверсифицированный рынок. Он входит в нишу. Это может быть инфраструктурный узел, энергетический объект, отдельный перерабатывающий актив, финансовый инструмент или контракт, привязанный к внешней поддержке и международным институтам. Пример с зелеными облигациями Банка Эсхата и участием IFC хорошо показывает именно такую логику. Сделка потребовала не общего улучшения инвестиционного имиджа страны, а точной работы с отчетностью, внутренними контролями, корпоративным управлением и переговорной конфигурацией вокруг конкретного инструмента. В подобных случаях приток капитала определяется не широтой рынка, а качеством подготовки проекта и доверием к сопровождающим его институтам.

Туркменистан в региональном сравнении требует отдельной оговорки. По данным Всемирного банка, чистый приток ПИИ в 2024 г. составил 1,64 млрд долл. [3]. Столь заметная величина не дает исчерпывающего представления о качестве инвестиционного режима. Для крупного инвестора вход в менее прозрачную юрисдикцию связан с иным способом оценки риска. Он смотрит не только на масштаб ожидаемого дохода, но и на вероятность пересмотра условий, ограничения по репатриации средств, режим исполнения обязательств и ширину пространства для выхода из сделки при ухудшении среды. Поэтому статистика потока и глубина институциональной встроенности капитала не совпадают автоматически. В региональных сопоставлениях это различие приобретает особую ценность, поскольку одна и та же цифра притока может скрывать совершенно разные режимы присутствия инвестора.

ОЛИ-модель сохраняет объяснительную пригодность, когда требуется разложить решение инвестора на преимущества фирмы, привлекательность местоположения и мотивы удержания операций внутри корпоративной структуры [1]. Теория интернализации помогает понять, почему в Центральной Азии фирма стремится держать под собственным контролем те звенья сделки, где внешние механизмы исполнения вызывают сомнения [1]. Идея нормы капитализации в современной трактовке читается как расчет приемлемого соотношения между доходностью, юридической защитой, ликвидностью и сроком возврата вложений. Различие между импортозамещающей и экспортоориентированной стратегиями не исчезло, но региональный материал показывает смешанные конструкции, где один и тот же проект ориентирован на внутренний рынок, экспорт сырья, переработку, транзит и сервисное обслуживание в соседних юрисдикциях. Такая комбинация меняет и логику государственной политики. Властям приходится конкурировать уже не набором льгот как таковых, а качеством инвестиционного маршрута от входа до выхода. Сводную логику трансформации ПИИ в регионе можно представить через графический элемент.

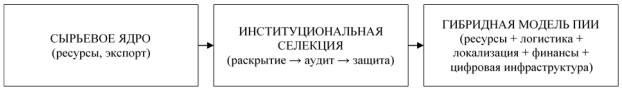


Рисунок 1. Логика трансформации прямых иностранных инвестиций в Центральной Азии: от ресурсного доминирования к гибридной модели отбора проектов (составлен автором на основе [2, 5, 7, 9, 10])

На рисунке показано три взаимосвязанных контура. Первый контур отражает сырьевое ядро привлечения капитала. Второй фиксирует институциональную селекцию проектов через режим раскрытия, аудита, договорной защиты и сроков согласования. Третий контур показывает переход к смешанным моделям, где инвестор связывает ресурсы, логистику, локализацию, финансовую инфраструктуру и цифровые мощности в единую расчетную схему.

Обсуждение

Полученные результаты согласуются с выводами современных исследований ПИИ в развивающихся экономиках, согласно которым институциональное качество и предсказуемость инвестиционного режима становятся ключевыми факторами размещения капитала. Вместе с тем регион Центральной Азии демонстрирует более выраженную зависимость инвестиционной динамики от отраслевой структуры экономики и исторически накопленных контрактных условий.

Полученная картина требует иной оптики в оценке инвестиционной политики Центральной Азии. Государство, которое измеряет успех только валовым объемом входящего капитала, рискует принять разовую крупную сделку за устойчивый поворот развития. Для региона полезнее другая логика. Следует отделять массу вложений от характера их закрепления внутри экономики. Один проект создает длинный шлейф локальных поставщиков, рабочих мест, налоговой базы, сервисных контрактов и технологического обучения. Другой приносит заметную сумму на этапе входа, но после запуска действует как изолированный экспортный анклав. Разница между этими типами присутствия определяет не внешний эффект в заголовке статистического отчета, а внутренний след капитала в хозяйственной системе.

Практическая настройка инвестиционной политики в такой ситуации требует разведения проектов по типам. Государству нужен не единый пакет льгот, а набор разных режимов сопровождения, каждый из которых отвечает на свой тип инвестиционной логики. Сырьевому проекту нужны предсказуемые фискальные правила, устойчивость лицензий и защита долгого контракта. Производственной локализации требуются таможенная скорость, надежная энергия, поставщики и понятные правила доступа к инфраструктуре. Финансовый инструмент живет по другой траектории. Там решают качество раскрытия, доверие к отчетности, режим внутреннего контроля и архитектура работы с международным инвестором. Когда все эти маршруты соединяют в одну универсальную схему, власть теряет точность и начинает конкурировать за капитал слишком общими мерами.

Таблица 1

Типология инвестиционных режимов для стран Центральной Азии в условиях селективного глобального капитала (составлена автором на основе [4, 5, 7, 9, 10])

Режим привлечения ПИИ	Источник интереса инвестора	Условие удержания проекта	Узел риска	Требуемый ответ государства
Ресурсный	Запасы сырья, экспортная рента, инфраструктура вывоза	Долгий контракт, стабильный налоговый режим, защита собственности	Ценовой цикл, пересмотр рентных условий, транспортные сбои	Жесткая предсказуемость контрактных правил
Производственно-локализационный	Внутренний спрос, стоимость факторов, переработка и сборка	Логистика, энергия, доступ к поставщикам, таможенная скорость	Срыв локализационных правил, слабая связность смежников	Адресные индустриальные режимы и развитие цепочек поставок
Инфраструктурно-транзитный	Коридоры, узлы перевалки, положение между рынками	Межгосударственная согласованность процедур и пропускная способность	Политические разрывы маршрутов, регуляторные задержки	Координация правил между государствами и единые интерфейсы допуска
Финансово-институциональный	Рынки капитала, облигационные выпуски, проектное финансирование	Аудит, раскрытие, корпоративное управление, доверие к структуре сделки	Недоверие к отчетности, слабая прединвестиционная проверка, трудный выход	Усиление раскрытия, независимый аудит, стандарты сопровождения
Технологический и цифровой	Вычислительные мощности, дата-центры, сервисный экспорт	Защита данных, стабильная энергия, каналы связи, инженерная среда	Высокие капитальные затраты, дефицит кадров, регуляторные сбои	Специальные цифровые режимы, кадровые меры, энергогарантии

Таблица показывает, что Казахстан собрал у себя сразу несколько режимов привлечения капитала, хотя ресурсный блок долгое время задавал общий масштаб. Узбекистан расширяет возможности прежде всего в производственном и частично в инфраструктурном направлении. Кыргызстан и Таджикистан чаще работают через отдельные ниши и проекты

со сложной финансовой структурой. Туркменистан способен привлекать заметные суммы, но ограниченная прозрачность сужает воспроизводимость эффекта от единичных сделок. Из этого следует прикладной вывод: сравнение стран региона по одному показателю притока искажает реальную картину, поскольку за похожими цифрами скрываются разные режимы присутствия инвестора и разная вероятность повторения успеха.

Для органов экономической политики такая логика требует последовательной процедуры. На первом шаге нужен аудит уже сложившегося профиля ПИИ по странам и отраслям. Речь идет не о формальной инвентаризации сделок, а о разборе того, какие проекты создают длинный внутренний эффект и какие остаются изолированными. На втором шаге требуется разнести по разным режимам сопровождения сырьевые, производственные, инфраструктурные, финансовые и цифровые проекты. На третьем шаге нужна отдельная система измерения качества привлеченного капитала. Без нее власть видит только входящую сумму и не замечает, где капитал застревает, где проект деградирует, а где инвестор, напротив, готов расширять присутствие.

Таблица 2

Система мониторинга качества прямых иностранных инвестиций для стран Центральной Азии (составлена автором на основе [2, 3, 5, 7, 8, 10])

Направление мониторинга	Что измерять	Практический смысл показателя	Периодичность
Структура потока	Доли сырьевых, производственных, сервисных и технологических ПИИ	Позволяет увидеть, закрепляется ли старая модель зависимости от добычи	Ежеквартально
Глубина укоренения	Локальная закупка, участие местных поставщиков, срок присутствия инвестора	Отделяет краткий вход капитала от устойчивого закрепления в экономике	Раз в полугодие
Институциональное качество	Срок согласования, число спорных процедур, доля проектов с международным аудитом	Помогает выявить точку потери доверия к режиму допуска	Ежеквартально
Финансовая устойчивость	Соотношение капитала и долга, стабильность обслуживания обязательств	Дает ранний сигнал о риске срыва проекта	Ежеквартально
Технологический след	Передача компетенций, подготовка кадров, экспорт сервисов, развитие цифровой базы	Показывает, входит ли страна в более сложные сегменты ПИИ	Раз в год
Устойчивость к внешнему шоку	Поведение проекта при росте ставок, сбоях логистики и падении цен	Позволяет проверить жизнеспособность режима не на бумаге, а под нагрузкой	По стресс-сценариям

После введения такой системы измерения у государства появляется иной режим работы с инвестиционной статистикой. Казахстану нужен перевод накопленного преимущества в более широкую отраслевую композицию, иначе большая масса прежних ПИИ так и останется привязанной к сырьевому каркасу. Узбекистану требуется удержать эффект реформ через качество исполнения правил, иначе рост текущих потоков рискует остаться коротким эпизодом. Кыргызстану и Таджикистану разумнее строить политику вокруг ограниченного числа ниш, где точная настройка режима сопровождения компенсирует скромный размер экономики. Туркменистану необходима более широкая прозрачность процедур и предсказуемость режима собственности, иначе отдельные крупные потоки не превратятся в повторяемый инвестиционный маршрут.

В региональной инвестиционной логике фиксируется и обратное движение капитала. Отдельные проекты показывают интерес казахстанских структур к высокотехнологичным сегментам за пределами региона, включая развитие вычислительной инфраструктуры в США (например, Astana Hub Cloud). Подобные решения отражают переход от модели привлечения капитала к комбинированной стратегии, где инвестиционная активность направляется и во внешние технологические рынки.

Заключение

Проведенное рассмотрение подтверждает пригодность классической теоретической конструкции, разработанной для анализа прямых иностранных инвестиций в развивающихся странах, к материалу современной Центральной Азии. Ее ценность связана с тем, что она удерживает в одном поле проектную экономику, государственное регулирование, мотив контроля над транзакциями и стратегию пространственного размещения капитала.

Региональная динамика ПИИ в 2000–2024 гг. приобрела выражено неравномерный характер. Казахстан сохранил доминирующее положение по накопленному объему вложений за счет раннего формирования крупных инвестиционных узлов, повторяемости контрактных решений, развитой инфраструктуры сопровождения сделок и накопленного доверия со стороны внешнего капитала. В то же время текущие потоки внутри региона распределяются подвижнее и заметнее реагируют на адресные реформы, отраслевые окна и качество исполнения правил в других странах региона.

Гипотеза исследования получила подтверждение. Лидерство Казахстана связано с более широким набором условий, чем наличие сырьевой базы. На распределение ПИИ в Центральной Азии влияют институциональная память крупных сделок, качество раскрытия и аудита, устойчивость прав собственности, финансовая упаковка проекта и способность государства поддерживать единый режим правил на протяжении длительного инвестиционного цикла. Перспектива дальнейшей конкуренции за капитал внутри региона определяется уже не числом льгот, а умением властей выстраивать разные инвестиционные режимы под разные типы проектов и измерять не только объем входящего капитала, но и степень его укоренения в национальной экономике.

Литература

1. Эшонкулов Б. Н. Государственное регулирование прямых иностранных инвестиций в развивающихся странах : дис. ... канд. экон. наук. М. : МГУ, 1995.
2. Doytch N. Do FDI inflows to Eastern Europe and Central Asia respond to the business cycle? A sector level analysis // The Journal of Economic Asymmetries. 2021. Vol. 23. Article e00194. DOI: 10.1016/j.jeca.2020.e00194.
3. World Bank. FDI Flows to Developing Economies Drop to Lowest Level Since 2005 [Электронный ресурс] // World Bank. 2025. URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/06/16/foreign-direct-investment-in-retreat (дата обращения: 22.04.2026).
4. Gammeltoft P., Panibratov A. Emerging market multinationals and the politics of internationalization // International Business Review. 2024. Vol. 33, № 3. Article 102278. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2024.102278.
5. Gómez-Mera L., Varela G. Emerging market multinationals and international investment agreements // International Business Review. 2024. Vol. 33, № 3. Article 102252. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2023.102252.
6. Nurasheva K. K., Shalabayev I. I., Abdikerimova G. I., Kulanova D. A., Mergenbayeva A. T. Capital inflow and investment attractiveness of Central Asian countries (on the example of Kazakhstan) // Regional Science Policy & Practice. 2024. Vol. 16, № 9. Article 100039. DOI: 10.1016/j.rspp.2024.100039.
7. UNCTAD. World Investment Report 2025: International Investment in the Digital Economy. Geneva : United Nations, 2025. URL: https://investmentpolicy.unctad.org/news/hub/1770/20250619-world-investment-report-2025-international-investment-in-the-digital-economy (дата обращения: 22.04.2026).
8. Tang R. W., Buckley P. J. Outward foreign direct investment by emerging market multinationals: The directionality of institutional distance // Journal of Business Research. 2022. Vol. 149. P. 314–326. DOI: 10.1016/j.jbusres.2022.05.047.
9. Bardakas I., Doulos D., Zombanakis G. A. Determinants of FDI inflows as seen through the doing business indicators lens: Evidence from the EU // Atlantic Economic Journal. 2023. Vol. 51, № 4. P. 243–257. DOI: 10.1007/s11293-023-09785-6.
10. Zhakiyev N., Burkhanova D., Nurkanat A., Zhussipkaliyeva S., Sospanova A., Khamzina A. Green energy in grey areas: The financial and policy challenges of Kazakhstan's energy transition // Energy Research and Social Science. 2025. Vol. 124. Article 104046. DOI: 10.1016/j.erss.2025.104046.

Dynamics of Foreign Direct Investments in Central Asian countries as part of Transformation of Global Investment Flows

Eshonkulov B.
OJSC Bank Eskhata

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article deals with rethinking of the movement of foreign direct investments (FDI) in Central Asian countries in 2000-2024. The relevance of the topic is related to the restructuring of the global investment environment, the growth of geopolitical tensions, the rise in the cost of capital and the increased attention of investors to the quality of host country investment acceptance and support regimes. The scientific novelty consists in transferring the theoretical structure developed in the study of the mid-1990s on government regulation of FDI in developing countries to the modern material of Central Asia. The purpose of the work is to explain the reasons for the regional uneven inflow

and accumulation of FDI. The study uses comparative analysis, conceptual synthesis, typologization and interpretation of international statistics and peer-reviewed publications. The analytical part shows that Kazakhstan's dominance is based on the long-term institutional inertia of large transactions, while current flows are increasingly responding to reform windows, industry selection of projects and reduced transactional uncertainty in other countries of the region. The practical applicability is related to the use of the proposed logic for setting up investment policy and assessing the quality of rooting external capital.

Keywords: foreign direct investment, Central Asia, Kazakhstan, Uzbekistan, investment policy, internalization, business model, global investment flows, emerging markets, industry priorities.

References

1. Eshonkulov B. N. State regulation of foreign direct investment in developing countries : dissertation of the Candidate of Economic Sciences. Moscow : MSU, 1995.
2. Doytch N. Do FDI inflows to Eastern Europe and Central Asia respond to the business cycle? A sector level analysis // The Journal of Economic Asymmetries. 2021. Vol. 23. Article e00194. DOI: 10.1016/j.jeca.2020.e00194.
3. World Bank. FDI Flows to Developing Economies Drop to Lowest Level Since 2005 [Electronic resource] // World Bank. 2025. URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/06/16/foreign-direct-investment-in-retreat (accessed: 04/22/2026).
4. Gammeltoft P., Panibratov A. Emerging market multinationals and the politics of internationalization // International Business Review. 2024. Vol. 33, No. 3. Article 102278. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2024.102278.
5. Gómez-Mera L., Varela G. Emerging market multinationals and international investment agreements // International Business Review. 2024. Vol. 33, № 3. Article 102252. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2023.102252.
6. Nurasheva K. K., Shalabayev I. I., Abdikerimova G. I., Kulanova D. A., Mergenbayeva A. T. Capital inflow and investment attractiveness of Central Asian countries (on the example of Kazakhstan) // Regional Science Policy & Practice. 2024. Vol. 16, № 9. Article 100039. DOI: 10.1016/j.rspp.2024.100039.
7. UNCTAD. World Investment Report 2025: International Investment in the Digital Economy. Geneva : United Nations, 2025. URL: https://investmentpolicy.unctad.org/news/hub/1770/20250619-world-investment-report-2025-international-investment-in-the-digital-economy (accessed: 04/22/2026).
8. Tang R. W., Buckley P. J. Outward foreign direct investment by emerging market multinationals: The directionality of institutional distance // Journal of Business Research. 2022. Vol. 149. P. 314-326. DOI: 10.1016/J.jbusres.2022.05.047.
9. Bardakas I., Doulos D., Zombanakis G. A. Determinants of FDI inflows as seen through the doing business indicators lens: Evidence from the EU // Atlantic Economic Journal. 2023. Vol. 51, № 4. P. 243–257. DOI: 10.1007/s11293-023-09785-6.
10. Zhakiyev N., Burkhanova D., Nurkanat A., Zhussipkaliyeva S., Sospanova A., Khamzina A. Green energy in grey areas: The financial and policy challenges of Kazakhstan's energy transition // Energy Research and Social Science. 2025. Vol. 124. Article 104046. DOI: 10.1016/j.erss.2025.104046.

Российская отрасль СПГ в условиях новой реальности: диалектика трансконтинентальной и внутриконтинентальной стратегий развития

Федорова Виктория Андреевна
к.э.н., доцент кафедры стратегического управления топливно-энергетическим комплексом, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, fedorova.v@gubkin.ru,

Манукян Анна Рубеновна
бакалавр, факультет международного энергетического бизнеса, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, annamanukyan04@yandex.ru

Мировой спрос на газ устойчиво растет со среднегодовым темпом 2%. Доля СПГ в глобальном потреблении газа увеличилась на 4,8% с 2010 года. При этом темпы роста потребления СПГ более, чем в два раза опережают темпы роста потребления газа в целом.
Российская энергетическая отрасль, частью которой является индустрия СПГ, развивающаяся наиболее быстрыми темпами в последние годы, остается критически важной для обеспечения энергетической и экономической безопасности страны. России необходимо будет эффективно конкурировать с наращивающими мощности игроками на развивающемся в условиях структурных изменений рынке.
Ключевые слова: газовый рынок, СПГ, трансконтинентальная стратегия, внутриконтинентальная стратегия, экспорт газа.

С 2022 г., на Россию были наложены беспрецедентные санкции, в первую очередь на энергетическую и финансовую отрасли. Экспорт российского газа по 2022 г. снизился на 45% по сравнению с 2021 г. При этом экспорт СПГ увеличился на 7,9% по итогам 2022 г. Вытеснение России с ключевого европейского экспортного рынка вызвало необходимость оперативной переориентации, прежде всего на развивающиеся рынки Азии. Именно экспорт СПГ позволил сохранить объемы экспорта в условиях нестабильности внешней среды и изменения структуры на мировом энергетическом рынке. Поэтому предполагается, что развитие СПГ-отрасли позволит укрепить позиции страны на мировой арене и стать основой для будущего стратегического развития как энергетической отрасли страны, так и экономики в целом.

В этих условиях предлагается (в т.ч. на основе исследования [7]) эффективное сочетание трансконтинентальной и внутриконтинентальной стратегий развития СПГ отрасли страны, как главной составляющей экономики настоящего и будущего.

Трансконтинентальная стратегия предполагает развитие крупнотоннажных проектов и морского экспорта СПГ, что на данный момент осложняется санкционным давлением, а также отсутствием полной технологической независимости в части производства СПГ и строительства танкерного флота. Тем не менее в России работают на экспорт 3 крупнотоннажных завода по производству СПГ – Ямал СПГ, Сахалин-2 – завод, ориентированный прежде всего на экспорт газа в Японию, а также Арктик СПГ-2, позволяющий использовать ресурсную базу в Арктике и экспортировать газ по морю в Азиатско-Тихоокеанский регион по кратчайшему маршруту – Северному морскому пути. Важно, что Арктик СПГ-2 начал функционировать, уже будучи под санкциями, а по состоянию на конец 2025 г., с данного завода было поставлено уже 23 партии СПГ в Китай.

Реализация трансконтинентальной стратегии предполагает ряд ключевых направлений. Во-первых, требуется освоение Северного морского пути (СМП). На данный момент несмотря на то, что навигация стремится к круглогодичной, суровые ледовые условия ограничивают судоходство. Толщина льда может достигать 2,5 м, что требует ледокольного сопровождения и использования судов арктического класса. В России эксплуатируется более 600 судов арктического класса, более 40 относятся к классу Arc7. Специально под строящийся завод «Арктик СПГ-2» был заказан 21 танкер-газовоз на верфях в Южной Корее, в основном, на верфи Hanwha Ocean, а также в Китае. Однако на данный момент их получение невозможно из-за санкций, вследствие чего отмечается нехватка флота для развития СПГ-проектов и экспортных поставок.

Освоение СМП в части обеспечения грузопотока, обеспечения арктического региона энергией и развития атомного ледокольного флота находится под контролем Росатома с 2018 г. в рамках ФЗ № 525 от 27.12.2018. Другими компаниями, оказывающими значительное влияние на развитие промышленных объектов и формирующих спрос на обеспечение региона энергией являются «Новатэк», «Газпром», «Роснефть» с своими арктическими проектами, которые также смогут обеспечить необходимую загрузку СМП.

Ключевыми рынками спроса могут стать страны Южной и Юго-Восточной Азии (ЮВА) – Индия, Таиланд, Вьетнам, Филиппины как новые точки роста спроса с активно развивающейся экономикой. Ключевыми факторами, стимулирующими рост ВВП в этих странах, являются увеличение внутреннего потребления, развитие таких отраслей промышленности как автомобилестроение, производство электроники, сектор услуг и туризм, а также кондиционирование. Эта тенденция находит отражение в статистике по потреблению газа и СПГ в перечисленных странах.

Большинство стран ЮВА, как и крупные экономики Азии, которые импортируют крупные объемы газа, все еще остаются в большей степени зависимы от угля. Газ остается для этих стран чистым источником энергии для осуществления энергоперехода в рамках зеленой повестки, поэтому сотрудничество с Россией по закупкам СПГ является для них перспективным.

Другими направлениями поставок газа в рамках трансконтинентальной стратегии могут стать страны Латинской Америки и Африки. Потребление газа в данных регионах стабильно растет как для электрогенерации, так и для других нужд. При этом в Латинской Америке газовая электрогенерация имеет поддерживающий характер энергосистемы, в

которой на долю ВИЭ и ГЭС приходится более 70% общей выработки электроэнергии. Рост потребления газа коррелирует с ростом выработки электроэнергии с помощью ВИЭ.

В Африке же спрос на газ в большей степени обеспечивается внутренней добычей региона (Нигерия, Алжир и др.). Однако эти страны развиваются по модели сырьевой экономики, поэтому экономический рост будет зависеть от увеличения экспорта и, как следствие, необходимости импорта газа для обеспечения растущих внутренних потребностей.

По прогнозу Kept, в рассматриваемых регионах – Юго-Восточной Азии, Латинской Америке и Африке – планируется введение дополнительных регазифицкационных мощностей к 2030 году [7]. На рисунке 1 изображено количество планируемых к введению проектов, часть из которых уже находится на стадии строительства, а другая – имеет принятое финальное-инвестиционное решение (FID), ожидает завершения технико-экономического обоснования (ТЭО) или инженерного проектирования (FEED). Даже при учете проектов на стадии реализации можно сделать вывод о значительном росте будущего импорта в этих странах. Наибольший рост мощностей по импорту СПГ ожидается в АТР, прежде всего за счет увеличения мощностей в Индии, Таиланде, а также Вьетнаме и на Филиппинах. Что касается нового, менее насыщенного рынка Латинской Америки, перспективы для экспорта представляет прежде всего Бразилия. В Африке, с учетом изменения ориентиров ключевых стран экспортеров, наиболее открытым к сотрудничеству по импорту СПГ является ЮАР, также пополнить ряд стран-импортеров СПГ могут Марокко и Кот-д'Ивуар.

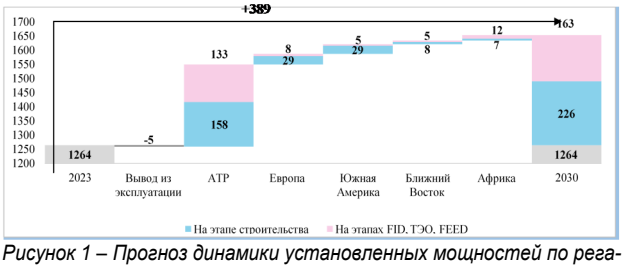


Рисунок 1 – Прогноз динамики установленных мощностей по регазификации СПГ в мире, с учетом проектов на стадии FID, ТЭО и FEED, млрд куб. м
Источник: составлено автором на основе данных [7]

Для реализации стратегии безусловно требуется создание гибкой логистической инфраструктуры, что включает развитие флота газовозов, в том числе с атомной энергетической установкой, а также плавучих терминалов СПГ (FSRU) в странах-импортерах. В стране необходимыми компетенциями для строительства флота газовозов обладает ССК «Звезда». Эта компания имеет технологические возможности в том числе для строительства судов ледового класса Arc5 и Arc7. Именно такие суда являются критически важными для развития российской СПГ-отрасли.

Преимуществом трансконтинентальной стратегии, прежде всего, является высокий ценовой потенциал. Мировая цена на газ показывает достаточно высокую волатильность с растущим трендом, поэтому потенциально поставки СПГ на рынки «за океаном» могут осуществляться по более высокой цене в случае спотовых поставок или поставок по средне- и долгосрочным контрактам. В условиях доступа к глобальным рынкам и фактически неограниченного спроса существует потенциал роста валютной выручки, которую можно грамотно использовать для поддержания экономической стабильности в стране при определенной стратегии хеджирования.

Еще одним преимуществом трансконтинентальной стратегии с выявленными направлениями развития является синергия с освоением Арктики и СМП. СПГ-проекты помогут развить инфраструктуру и создать необходимую загрузку для повышения рентабельности освоения зоны арктического шельфа. Это также является перспективным для России, так как фактически страна станет оператором наиболее привлекательного для международных поставок кратчайшего логистического коридора.

Что касается рисков, нельзя не отметить высокую капиталоемкость проектов, а также существующую зависимость от импортных технологий для крупнотоннажных СПГ-проектов (в том числе турбин, систем сжижения и др.). Также до сих пор существуют логистические сложности для реализации крупнотоннажных проектов, среди которых были упомянуты нехватка флота газовозов, временное некруглогодичное навигационное окно СМП и санкционное давление. К тому же с учетом зависимости от мировых моделей фрахтования и ценообразования существует риск волатильности фрахтовых ставок на фоне мировых событий.

Наконец, с учетом описанной тенденции введения новых производственных мощностей по всему миру, будет расти конкуренция, прежде всего с США как по объемам производства, так и по цене. В виду событий на Ближнем Востоке и необходимости восстановления ранее имеющихся у Катара производственных мощностей, в частности, инфраструктуры завода по сжижению газа в Рас-Лаффане, конкурентоспособность страны на глобальном рынке СПГ на ближайшие 5-10 лет находится под большим вопросом. Так уже отложены сроки запуска нового СПГ-завода в рамках проекта North Field East (NFE). Конкурентоспособность Австралии также вызывает сомнения ввиду дефицита природного газа на внутреннем рынке страны и отсутствия перспектив роста экспортных мощностей. В такой ситуации для России очень важно не упустить «окно возможностей» и занять на рынке СПГ соответствующую нишу.

У России есть потенциал по преодолению рисков и технологического разрыва. В случае успешного обеспечения отрасли отечественными технологиями и создания собственных моделей контрактования, ценообразования и механизмов фрахта, более масштабная реализация возможностей российской газодобычи и экспорта СПГ начнется после 2035 г. на быстрорастущих рынках стран «глобального Юга», для которых в условиях «зеленой» повестки СПГ может стать основным видом топлива до 2050-х гг. Таким образом вышеобозначенная стратегия позволит увеличить долю России на мировом рынке газа с 8-13% в 2024 г. до 20-25% к 2035 г.

Вторым направлением для осуществления экспансии на газовом рынке является реализация СПГ-проектов на евразийском пространстве, или внутриконтинентальная стратегия развития СПГ-индустрии. Ключевой особенностью стратегии является фокус на развитии малотоннажных проектов СПГ (МСПГ) и ориентация на развитие внутреннего российского и внутреннего евразийского рынка. Таким образом, продолжится экспорт СПГ и технологической экспертизы по реализации проектов МСПГ, но он будет происходить в условиях относительно стабильного спроса. В том числе при реализации проектов на внутреннем рынке России и стран-партнеров произойдет усиление энергетической безопасности этих стран. Также будут разработаны и масштабированы импортозамещающие технологии и созданы замкнутые технологические цепочки с дружественными государствами.

Реализация внутриконтинентальной стратегии позволит российским компаниям сформировать и занять фактически новую нишу малотоннажного и среднетоннажного СПГ в странах средней Азии на евразийском континенте. Рассмотрим более подробно ключевые направления стратегии, а также ее преимущества и риски.

Рассматривая внутриконтинентальную стратегию развития СПГ-отрасли России, не стоит забывать о внутристрановом направлении. Текущая программа газоснабжения и газификации регионов РФ, реализуемая ПАО «Газпром» предполагает обеспечить энергией 72 региона РФ. При этом программа не охватывает Мурманскую область, Тыву, Хакасию, Бурятию, Чукотку и др. из-за экономической нецелесообразности и высокой стоимости строительства инфраструктуры в отдаленных регионах с низкой плотностью населения [5].

Реализация проектов МСПГ в отдаленных регионах позволит повысить уровень жизни населения. При этом малотоннажный СПГ предлагается не в качестве массового способа обеспечения энергией, а в качестве добавления в существующую систему, где МСПГ не конкурирует с трубопроводной транспортировкой и крупнотоннажными поставками, а лишь дополняет их.

Другим способом использования малотоннажного СПГ является его применение в качестве газомоторного топлива (ГМТ). В данном случае при использовании ГМТ в транспортном секторе важно отметить его конкурентоспособность по сравнению с традиционными мазутом, дизелем, бензином как автомобильным и судовым топливом. Себестоимость малотоннажного СПГ варьируется от 12,6 до 27,9 тыс. руб. за тонну в зависимости от выбранной технологии сжижения и региона производства, что дешевле дизельного топлива в 1,5-2 раза при прочих равных. К тому же газомоторное топливо является гораздо более экологически чистым: при его использовании образуется на 20-30% меньше выбросов диоксида углерода и на 70-90% меньше эмиссий оксида азота, выбросы оксидов серы практически не образуются. Повсеместно использование СПГ в качестве альтернативного топлива для автомобильного, железнодорожного и водного транспорта отвечает тенденции к декарбонизации, в условиях ужесточения требований.

Важно, что Россия имеет независимый опыт развития сегмента малотоннажного производства СПГ [3, 4]. Сейчас в России действует 22 малотоннажных завода по производству МСПГ, а к 2030 г., по оценкам Минэнерго РФ, их количество должно увеличиться еще на 94 объекта, достигнув суммарной мощности 3,2 млн т в год. Промышленные предприятия активно переводят технику на ГМТ, например, на СПГ работает

парк автотранспорта Михеевского ГОК, Московского газоперерабатывающего завода; запускаются и функционируют АЗС – на трассах М-11, М-4, М-1, а также в регионах с высокой концентрацией грузового транспорта [2]. Развитием сегмента в стране занимаются «Новатэк», «Газпром СПГ Технологии», «Газпром гелий сервис». Тенденция к использованию установленных мощностей положительная – с каждым годом уровень загрузки растет и на данный момент составляет 57%. В России, согласно целевому сценарию, объем потребления газа в качестве ГМТ должен вырасти в 7 раз до 15,4 млрд куб. м (базовый сценарий предполагает рост до 10, 7 млрд куб. м). Ожидается рост парка автомобилей на ГМТ с 325 тыс. в 2024 г. до 1,3 млн ед. и более к 2035 г.

Опыт стран мира подтверждает стратегическую значимость СПГ как альтернативного топлива. В Китае за 2024 г. объём продаж грузовиков на СПГ достиг 177 тыс. единиц, что составило более 30% от общего объема продаж грузового транспорта, а общее количество транспорта на ГМТ составило 7 млн автомобилей. В Индии этот показатель достиг 5,4 млн, а в Иране – 4,4 млн [2].

Преимущества и перспективы масштабирования использования малотоннажного СПГ подтверждаются статистикой. В 2025 г. объем мирового рынка малотоннажного СПГ превысил 24,24 млрд $ США, в 2026 г. – достиг 26,03 млрд $ США. При прогнозируемом среднегодовом темпе роста на уровне 8,2% в 2026-2035 гг. к 2035 г. ожидается рост до 53,31 млрд $ США [6].

Малотоннажный СПГ имеет своего уникального потребителя, именно поэтому развитие в этом направлении с имеющимися у России компетенциями и опытом позволит сформировать новую нишу на зарубежном пространстве, в частности ЕАЭС и СНГ. Спрос на проекты МСПГ на пространстве ЕАЭС демонстрирует тенденцию к росту. Основными факторами спроса выступают ужесточение экологических требований, стимулирующих переход компаний на чистое топливо, необходимость обеспечения энергией удаленных регионов, которые нерентабельно и дорого подключать к газотранспортной сети. Так Казахстан проявляет интерес к СПГ для газификации удаленных районов, где строительство трубопроводов экономически нецелесообразно. Российские компании (в частности, «Газпром СПГ технологии») рассматривают проекты по строительству малотоннажных заводов и СПГ-заправок в регионе.

В Казахстане активно развивается инфраструктура крио-АЗС для перевода транспорта на сжиженный природный газ. Россия могла бы предложить компетенции по переводу транспорта на КПГ и СУГ и развивать проекты, например, совместно с QazaqGaz. Также у России в лице компании АО «Гелиймаш» был опыт сотрудничества с «Узбекнефтегазом». На базе отработанного низконапорного месторождения газа в Кашкадарьинской области с использованием российских технологий малотоннажного сжижения газа планировалось производить около 10 тыс. т СПГ ежегодно. Существуют планы по развитию использования СПГ в Беларуси в качестве газомоторного топлива для магистральных перевозок, а также для обеспечения газом промышленных объектов, удаленных от газораспределительных сетей. В основе реализации СПГ-проектов на пространстве ЕАЭС лежат цели по обеспечению энергетической безопасности, внедрению экологически-чистых видов топлива и создании общей инфраструктуры.

Сегмент малотоннажного СПГ показывает значительные перспективы роста и формирует ряд значимых направлений для независимого технологического развития и импортозамещения. Государство вводит ряд строгих требований к производителям, в частности бальную систему, при которой оборудование получает статус российского только при подтвержденном выполнении ключевых технологических операции в РФ, вплоть до проектирования, сборки, сварки и др. Правительство РФ активно стимулирует производство за счет мер, направленных на повышение доли российской продукции в СПГ-проектах, целевой показатель – 80% к 2030 году. Этот и другие факты подтверждают течение процесса локализации производства критического оборудования: турбин, теплообменников, криогенного оборудования. В сегменте малотоннажного СПГ оборудование отечественного производства составляет основу технологических решений.

Также продолжается процесс развития «независимого» производства по модели френдшоринга – локализация производства и объединение с производителями из дружественных стран. Так Евразийская экономическая комиссия оказывает поддержку отрасли в виде предоставления тарифных льгот, прежде всего обнуляя импортные пошлины на некоторые виды оборудования для производства СПГ. Эта мера помогает значительно снизить капитальные затраты на проекты на пространстве ЕАЭС и сократить срок окупаемости.

Преимуществами внутриконтинентального развития СПГ-отрасли являются стабильный предсказуемый спрос, обусловленный устойчивым внутренним потреблением населения стран, а также социально-экономический эффект внутри страны – обеспечением энергией малонаселенных регионов, улчшение условий жизни в них, снижение затрат в связи с более высокой эффективностью СПГ по сравнению с мазутом и дизелем.

Также при сотрудничестве со странами ближнего зарубежья на пространстве ЕАЭС и СНГ происходит укрепление региональной интеграции и снижение зависимости от импорта технологий.

При этом существует ряд рисков. Фактор удовлетворения внутреннего спроса стран создает недостаток ограниченности объемов рынка по сравнению с глобальным рынков газа и низкие темпы его роста. Как следствие, ограниченность прибыли увеличивает сроки окупаемости проектов и возврата инвестиций. В связи с этим для реализации проектов МСПГ появляется необходимость государственных субсидий для развития инфраструктуры для потребления ГМТ, что может усложнить бюрократический процесс.

Сводная таблица сравнения трансконтинентального и внутриконтинентального направлений стратегии позволяет выявить ключевые перспективы реализации задач стратегий по критериям потенциала роста, капиталоемкости, возможных рисков, социального-экономического эффекта, а также зависимости от внешних факторов, влияющих на сложность реализации проектов в нестабильной внешней среде (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица сравнения трансконтинентального и внутриконтинентального направлений стратегии

Критерий	Трансконтинентальная стратегия	Внутриконтинентальная стратегия
Потенциал роста	Практически не ограничен, кроме геополитических факторов	Ограничен внутренним спросом
Капиталоемкость	Высокая	Средняя
Риски	Высокие (геополитические – санкции; технологические – флот, задержки строительства; нестабильный спрос и цена)	Средне-низкие (геополитические, инфраструктурные)
Социально-экономический эффект	Развитие арктических проектов и СМП; рабочие места; рост экспортной выручки и пополнение гос. бюджета; замещение импорта топлива	Развитие инфраструктуры, снабжение энергией удаленных регионов, создание рабочих мест и др.
Зависимость от внешних факторов	Высокая	Низкая

Источник: составлено автором

Сравнительная характеристика позволила сделать следующий вывод. Слабые стороны трансконтинентальной стратегии, такие как высокая зависимость от внешних факторов, высокое влияние геополитических рисков могут быть стабилизированы и хеджированы благодаря реализации проектов МСПГ внутриконтинентального направления, которые гораздо менее зависимы от внешней среды благодаря технологической независимости и локализации производства. При этом риски внутриконтинентальной стратегии, прежде всего ограниченный потенциал роста, нивелируются за счет высокого потенциала роста мирового газового рынка и развития крупнотоннажных проектов СПГ в рамках трансконтинентальной стратегии.

Прежде всего базу будущего развития крупнотоннажного экспорта создадут арктические проекты – Ямал СПГ, Арктик СПГ-2, Арктик СПГ-1, а также СМП, обеспечиваемый загрузкой именно ключевыми нефтегазовыми проектами арктической зоны. Развитие этих проектов создает технологический и инфраструктурный задел для газоснабжения северных регионов, что предполагается внутриконтинентальной стратегией. Также опыт, полученный при строительстве крупных заводов, может быть использован для создания среднетоннажных и малых установок сжижения для внутренних нужд. Развитие по внутриконтинентальному направлению создает основу для локализации производства оборудования для СПГ, что позволит снизить риски и издержки как для внутренних, так и для экспортных проектов. Таким образом, аккумулирование преимуществ при параллельной реализации стратегий позволяет достичь более привлекательного совокупного экономического эффекта, чем при реализации направлений отдельно друг от друга.

На основе информации из официальных источников, а также исследований консалтинговых компаний, был рассчитан совокупный экономический эффект от реализации направлений стратегии в синергии (рис. 2). Развитие СПГ-отрасли России по предложенному пути позволит увеличить темпы роста ВВП страны и вывести экономику на фазу подъёма. Также возможно увеличение валютной выручки от экспорта дизельного

топлива на 260 млрд руб. в год или больше благодаря его замещению его потребления на газомоторное топливо. Дополнительным преимуществами для государственного бюджета станет экономия порядка 30 млрд руб./год за счет сокращения субсидий дизеля на внутреннем рынке. Немаловажно и то, что реализация стратегии позволит сократить дефицит нефтепродуктов на внутреннем рынке на 20-30%, в том числе для покрытия военных нужд.

Рисунок 2 – Экономический эффект от реализации стратегий в синергии
Источник: составлено автором на основе данных [2; 7]

При стабилизации внутриэкономической ситуации прогнозируется и укрепление позиций России на мировом рынке. Трансконтинентальная стратегия позволит расширить долю рынка газа до 20-25% к 2035 г. и увеличить экспорт с 45 млрд куб. м в 2025 г. до 142 млрд куб. м к 2030 г., благодаря развитию производственных мощностей и использованию оптимальных логистических маршрутов с экспортом по СМП.

На текущем этапе как развитие арктических проектов и СМП, так и формирование новой ниши малотоннажного СПГ на евразийском пространстве требует государственной поддержки. Для трансконтинентальной стратегии среди мер поддержки могут быть рассмотрены следующие:

- «Налоговый маневр» для СПГ-отрасли для снижения административной нагрузки и корректировки фискальных сборов для стимулирования развития СПГ-проектов, требующих больших вложений;

- Развитие ледокольного флота, что на текущем этапе возможно за счет локализации производств при партнерстве с зарубежными партнёрами, развития отечественных судостроительных верфей и стимулирования отечественных производителей;

- Дипломатическая поддержка, предполагающая заключение межправительственных соглашений, лоббирование интересов нефтегазовых компаний. Это особенно важно для защиты капиталовложений при международном участии в проектах, а также для создания новых партнерств для сотрудничества по направлению СПГ.

Для внутриконтинентальной стратегии возможно осуществление программа софинансирования инфраструктуры ГМТ, введение мандатов на перевод транспорта на газ, а также целевое субсидирование региональных проектов. Некоторые меры поддержки внутриконтинентального направления стратегии уже реализуются. Так согласно принятому в июне 2024 г. постановлению Правительства РФ, государство субсидирует до 78% от расходов физических лиц и бизнеса по переводу автотранспорта на метан. Основной акцент в документе делается на стимулировании реализации именно СПГ в качестве моторного топлива [1].

По результатам проведенного исследования можно сделать ряд важных выводов. Текущая экономическая ситуация в стране, тенденции на мировом газовом рынке, а также вызовы нестабильной внешней среды вызывают необходимость формирования нового подхода для развития российской СПГ-отрасли в текущих условиях. Приоритетные направления сформулированы по двум направления: трансконтинентальному и внутриконтинентальному.

Развитие первого из них предполагает развитие крупнотоннажных проектов СПГ, преимущественно в Арктической зоне РФ, экспорт газа с которых будет осуществляться на рынки дальнего зарубежья – страны Азии, Африки и Южной Америки, показывающие устойчивый рост спроса на газ.

Внутриконтинентальная стратегия предполагает формирование новой ниши на евразийском пространстве в странах ближнего зарубежья – Казахстане, Узбекистане и др., показывающих как рост экономик, так и высокую потребность обеспечения энергией удаленных регионов, что возможно благодаря проектам малотоннажного СПГ.

Каждое из рассмотренных направлений имеет ряд как преимуществ, так и рисков. Нивелировать риски с наилучшим для страны экономическим эффектом получится в случае реализации стратегий параллельно, для развития их синергии и создания устойчивой основы для энергетической отрасли России.

Литература

1. Алифирова Е. Активное продвижение СПГ в качестве ГМТ может привести к профициту предложения на внутреннем рынке / Е. Алифирова – Текст: электронный // Нефтегаз. – 2024. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/865760-aktivnoe-prodvizhenie-spg-v-kachestve-gmt-mozhet-privesti-k-profitsitu-predlozheniya-na-vnutrennem-r/ (дата обращения: 11.04.2026)
2. Альтернативные виды топлива для грузового транспорта: опыт внедрения и оценка эффектов на примере СПГ – Текст: электронный // Kept. – 2025 – Режим доступа: https://assets.kept.ru/upload/pdf/2025/10/ru-alternative-fuel-for-freight-transport.pdf (дата обращения: 10.04.2026)
3. Малотоннажный СПГ. – Текст: электронный // ЦДУ ТЭК. – 2021. – Режим доступа: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2021/1/859/ (дата обращения: 29.03.2026)
4. Ответчиков А.В. Развитие СПГ отрасли России в условиях санкционного давления: перспективы и направления / А.В. Ответчиков – Текст: электронный // KANT. – 2024. – №1(50). – С.72-76. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-spg-otrasli-rossii-v-usloviyah-sanktsionnogo-davleniya-perspektivy-i-napravleniya/viewer (дата обращения: 17.04.2026)
5. Официальный сайт ПАО «Газпром». Газификация регионов. – Текст: электронный – Режим доступа: https://sustainability.gazpromreport.ru/2023/local-development/gas-infrastructure-expansion/ (дата обращения: 18.04.2026)
6. Официальный сайт Investing. com. ВВП России (месячный, г/г). – Текст: электронный – Режим доступа: https://ru.investing.com/economic-calendar/russian-monthly-gdp-407 (дата обращения: 03.04.2026)
7. Перспективы развития СПГ-отрасли России в современных экономических реалиях – Текст: электронный // Kept. – 2024. – Режим доступа: https://assets.kept.ru/upload/pdf/2024/10/ru-lng-development-in-russia-kept-survey.pdf (дата обращения: 26.03.2026)

Russian lng industry in conditions of new reality: dialectics of transcontinental and intraconrinental strategies of development

Fedorova V.A., Manukyan A.R.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Global gas demand is steadily growing at an average annual rate of 2%. The share of LNG in global gas consumption has increased by 4,8% since 2010. Moreover, the growth rate of LNG consumption is more than twice as fast as the growth rate of gas consumption in general.

Russian energy industry, of which the LNG industry is a part, which has been developing at the fastest pace in recent years, remains critically important for ensuring the country's energy and economic security. Russia will need to compete effectively with capacity-building players in a market that is developing in the face of structural changes.

Keywords: gas market, LNG, transcontinental strategy, intracontinental strategy, gas export.

References

1. Alifirova E. The active promotion of LNG as a motor fuel may lead to a supply surplus in the domestic market / E. Alifirova – Text: electronic // Neftegaz. – 2024. – Access mode: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/865760-aktivnoe-prodvizhenie-spg-v-kachestve-gmt-mozhet-privesti-k-profitsitu-predlozheniya-na-vnutrennem-r/ (date of access: 11.04.2026)
2. Alternative fuels for freight transport: implementation experience and evaluation of effects using the example of LNG – Text: electronic // Kept. – 2025 – Access mode: https://assets.kept.ru/upload/pdf/2025/10/ru-alternative-fuel-for-freight-transport.pdf (date of access: 10.04.2026)
3. Low-scale LNG. – Text: electronic // CDU TEK. – 2021. – Access mode: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2021/1/859/ (date of access: 29.03.2026)
4. Otvetchikov A.V. Development of the Russian LNG industry in the context of sanctions pressure: prospects and directions / A.V. Otvetchikov – Text: electronic // KANT. – 2024. – №1(50). – P.72-76. – Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-spg-otrasli-rossii-v-usloviyah-sanktsionnogo-davleniya-perspektivy-i-napravleniya/viewer (date of access: 17.04.2026)
5. The official website of Gazprom PJSC. Gasification of regions. – Text: electronic – Access mode: https://sustainability.gazpromreport.ru/2023/local-development/gas-infrastructure-expansion/ (date of access: 18.04.2026)
6. The official website of Investing.com. Russia's GDP (monthly, y/y). – Text: electronic – Access mode: https://ru.investing.com/economic-calendar/russian-monthly-gdp-407 (date of access: 03.04.2026)
7. Prospects for the development of Russia's LNG industry in modern economic realities – Text: electronic // Kept. – 2024. – Access mode: https://assets.kept.ru/upload/pdf/2024/10/ru-lng-development-in-russia-kept-survey.pdf (date of access: 26.03.2026)

Эмпирический анализ эффектов внедрения платформенных экосистем на инновационную активность компаний

Семешкин Никита Игоревич
аспирант, МГУ им. М.В. Ломоносова, nikitse@yandex.ru

Статья описывает результаты практического исследования, в котором изучено, как появление и развитие платформенных экосистем влияет на инновационную деятельность компаний, работающих в разных отраслях. Рассматриваются такие количественные и качественные изменения, как динамика патентной активности, скорость появления новых продуктов, изменение структуры затрат на исследования и разработки, а также уровень сотрудничества с внешними партнёрами. Исследование помогает выявить главные факторы успеха и ограничения, а также понять отраслевую специфику воздействия платформенных решений на инновационные процессы. Выявлены нелинейные эффекты, связанные с тем, как первоначальный рост инновационной активности сменяется краткосрочным спадом на этапе интеграции партнёров, после чего следует устойчивое увеличение. Дополнительно установлены модераторы — уровень цифровой зрелости компании и степень открытости платформы. Результаты могут быть использованы для управления корпоративными инновациями и оценки эффективности цифровых трансформаций.
Ключевые слова: платформенные экосистемы, инновационная активность, эмпирическое исследование, эффекты внедрения, отраслевая специфика, кооперация в инновациях.

Введение

В условиях цифровой трансформации экономики платформенные экосистемы становятся фактором конкурентоспособности компаний. В отличие от традиционных линейных бизнес-моделей, экосистемный подход предполагает создание открытой системы взаимодействия между провайдером платформы, разработчиками, потребителями и партнерами. Однако, несмотря на широкое распространение феномена, эмпирические доказательства того, как именно внедрение платформенной экосистемы влияет на инновационную активность фирмы, остаются фрагментарными.

В условиях цифровой экономики платформенные экосистемы становятся ключевым фактором трансформации инновационных процессов. Эмпирические данные показывают, что ключевая проблема современного инновационного развития заключается в их характере. Традиционные теории инноваций рассматривают компанию как изолированную часть системы, фокусируясь на ее внутренних ресурсах. Однако в эпоху цифровых платформ инновационная способность все больше зависит от доступа к гетерогенным ресурсам, динамическим сетям знаний и техническим инструментам, предоставляемым платформой. Существующие исследования в основном концентрируются на немедленных эффектах платформ, в то время как механизмы влияния платформенной встроенности на устойчивую инновационную активность остаются недостаточно изученными.

С одной стороны, платформенные экосистемы обещают снижение транзакционных издержек и доступ к массовому потребителю, что должно стимулировать инновации. С другой стороны, практика показывает, что по мере доминирования экосистемы на рынке инновационная активность независимых участников может снижаться из-за давления стандартов и унификации требований.

Трансформация отраслевых рынков под влиянием цифровых технологий привела к формированию нового типа экономических структур — платформенных экосистем. Цифровые платформы и формируемые ими экосистемы трансформируют целые отрасли, становясь драйверами экономического роста, инноваций и конкуренции. Положительное влияние экосистем на инновации не является линейным, так как для малых предприятий эффект выше за счет снижения барьеров входа, однако на стадии зрелости экосистемы возникает риск унификации предложения.

Обсуждение и результаты

Вслед за Е.В. Поповым, А.Д. Тихоновой и А.С. Зыряновым, мы рассматриваем транзакционные издержки в качестве центральной переменной, опосредующей влияние платформенной архитектуры на эффективность фирмы. Снижение издержек поиска, заключения контрактов и координации достигается за счет стандартизации взаимодействий и накопления данных о репутации участников [8].

Инновационная активность фирмы в контексте экосистемы проявляется в двух формах:

— инновации внутри платформы — создание новых продуктов и услуг для существующих участников;

— инновации самой платформы — изменение архитектуры и правил взаимодействия.

В настоящем исследовании фокус сделан на первом типе как наиболее репрезентативном для массового бизнеса.

Мы выделяем три основных канала влияния экосистемы на инновационную активность участников:

1. Ресурсный канал — доступ к данным о потребительском поведении и технологической инфраструктуре платформы.
2. Стимулирующий канал — конкуренция за лучшие позиции в результатах поиска и алгоритмические рекомендации.
3. Ограничивающий канал — унификация требований и стандартов, снижающая стимулы к радикальным инновациям.

На основе теоретического анализа сформулированы следующие гипотезы:

1. Участие в платформенной экосистеме приводит к снижению удельных транзакционных издержек фирмы.
2. Снижение транзакционных издержек положительно коррелирует с ростом инновационной активности (патентная активность, запуск новых продуктов).

3. Влияние масштаба экосистемы (количество участников, сетевая плотность) на инновационную активность фирмы имеет нелинейный (инвертированный U-образный) характер.

Эмпирическая база исследования включает данные по 150 компаниям, осуществляющим деятельность на базе цифровых платформ в период 2021–2025 гг. Выборка формировалась из компаний трех типов экосистем: маркетплейсы (Ozon, Wildberries, Яндекс.Маркет), финтех-экосистемы (Сбер, Т-Банк), шеринговые платформы (YouDrive, Ситидрайв). Контрольную группу составили 50 компаний, не использующих платформенные бизнес-модели (традиционные ритейлеры и сервисные фирмы).

Зависимая переменная — инновационная активность**,** операционализированная через два показателя:

— количество патентных заявок / полезных моделей на 100 млн руб. выручки (патентная плотность);

— количество запущенных новых продуктов/услуг за год. Для компаний сферы услуг учитывались регистрации новых товарных знаков и запуски сервисов.

Независимые переменные:

1. Экосистемное участие (D_eco) — бинарный индикатор участия в экосистеме.

2. Масштаб экосистемы (Scale) — логарифм числа активных участников (продавцов/партнеров) на платформе.

3. Сетевой эффект (Net) — индекс концентрации взаимодействий (на основе числа уникальных связей фирмы с другими участниками, нормированный).

4. Транзакционные издержки (TC) — доля коммерческих и управленческих расходов в выручке, скорректированная на отраслевую специфику.

К контрольным переменным относится размер фирмы (логарифм активов), возраст фирмы (лет), отраслевая принадлежность, уровень цифровизации (наличие собственного API/интеграций).

Распределение ключевых показателей по группам компаний представлено в Таблице 1.

Таблица 1

Сравнение показателей компаний-участников и не-участников платформенных экосистем (средние значения за 2021–2025 гг.)

Показатель	Участники экосистем (n=150)	Не-участники (n=50)	Разница (Δ)	t-статистика
Доля транзакционных издержек в выручке, %	12,4	17,8	-5,4**	-3,21
Патентная плотность (на 100 млн руб.)	1,85	0,92	+0,93**	2,98
Новые продукты/услуги за год, ед.	4,2	2,1	+2,1*	2,45
Рентабельность активов (ROA), %	8,7	6,3	+2,4	1,82

Примечание: ** p<0,01, * p<0,05.

Источник: рассчитано автором по данным выборки.*

Компании-участники экосистем демонстрируют статистически значимо более низкие транзакционные издержки (12,4% против 17,8%) и более высокую инновационную активность (патентная плотность выше вдвое). Снижение издержек согласуется с теоретическими положениями и подтверждает гипотезу H1.

Для проверки гипотез H2 и H3 оценены три спецификации панельной регрессии (Таблица 2). Модель 1 включает только индикатор участия в экосистеме и контрольные переменные. Модель 2 добавляет уровень транзакционных издержек как медиатора. Модель 3 проверяет нелинейность эффекта масштаба экосистемы.

Во всех моделях участие в платформенной экосистеме (D_eco) положительно и значимо связано с инновационной активностью. Коэффициент снижается от 0,452 до 0,289 при добавлении контроля за транзакционными издержками, что указывает на частичную медиацию этого эффекта через издержки. Каждый процентный пункт снижения доли транзакционных издержек в выручке ассоциируется с ростом инновационной активности на 0,42 пункта (Модель 2), что подтверждает H2.

Ключевой результат Модели 3 — значимый положительный коэффициент при линейном члене Scale (0,521) и значимый отрицательный при квадратичном (-0,089). Это свидетельствует об инвертированной U-образной форме зависимости инновационной активности от масштаба экосистемы. Иными словами, на начальных стадиях роста экосистемы инновационная активность участников возрастает, однако после достижения определенного порога (точка перегиба, рассчитанная как $-\beta 1/(2\beta 2) \approx 2{,}93$ в логарифмическом масштабе) дальнейшее расширение экосистемы приводит к снижению стимулов к инновациям. Данный эффект подтверждает H3 и согласуется с рисками платформенной монополизации, отмеченными Е.Ф. Авдокушиным и Е.Г. Кузнецовой [1].

Таблица 2

Результаты панельной регрессии с фиксированными эффектами (зависимая переменная: инновационная активность)

Переменная	Модель 1 (FE)	Модель 2 (FE)	Модель 3 (FE+квадрат)
D_eco (участие в экосистеме)	0,452*** (0,087)	0,312** (0,092)	0,289** (0,095)
Транзакционные издержки (TC)		-0,421*** (0,112)	-0,408*** (0,114)
Масштаб экосистемы (Scale)		0,185* (0,094)	0,521** (0,168)
Scale²			-0,089* (0,041)
Сетевой эффект (Net)		0,268** (0,101)	0,241* (0,103)
Размер фирмы (контроль)	0,095 (0,078)	0,102 (0,076)	0,098 (0,077)
Возраст фирмы (контроль)	-0,045 (0,041)	-0,038 (0,039)	-0,041 (0,040)
Константа	0,215 (0,142)	0,188 (0,135)	0,172 (0,138)
R^2 (within)	0,324	0,451	0,472
Число наблюдений	1050	1050	1050

Примечание: *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05; в скобках — робастные стандартные ошибки.*

Полученные результаты развивают и уточняют положения, высказанные в работе И.З. Гелисханова и соавторов [4], о роли платформ как факторов инноваций. Эмпирически подтверждено, что снижение транзакционных издержек является механизмом высвобождения ресурсов для инновационной деятельности. Этот вывод перекликается с результатами Е.В. Попова и соавторов [7], которые на примере компании «ЭНСОНС» показали возможность рационализации транзакционных издержек через платформенную конфигурацию.

Настоящая работа имеет ряд ограничений. Во-первых, выборка сконцентрирована на крупных российских платформах, что ограничивает генерализацию на малый бизнес и развивающиеся экономики. Во-вторых, использованные прокси для инновационной активности (патенты, новые продукты) не в полной мере отражают инкрементальные, организационные и маркетинговые инновации. В-третьих, временной горизонт исследования (2021–2025) включает период после пандемии и санкционных шоков, которые могли исказить долгосрочные тренды.

Выводы

Проведенное эмпирическое исследование позволило сделать следующие выводы.

Участие в платформенной экосистеме статистически значимо снижает удельные транзакционные издержки компаний (в среднем на 5,4 процентных пункта, или 18-25% от исходного уровня), что подтверждает теоретические преимущества платформенной организации взаимодействий.

Эффект снижения транзакционных издержек трансформируется в рост инновационной активности: компании-участники демонстрируют патентную плотность вдвое выше по сравнению с контрольной группой. Каждый процентный пункт снижения доли транзакционных издержек ассоциируется с увеличением инновационной активности на 0,4-0,42 пункта.

Выявлен нелинейный (инвертированный U-образный) характер зависимости между масштабом экосистемы и инновационной активностью ее участников. Это означает, что стимулирующий эффект экосистемы не является безграничным — по достижении определенного порога доминирования возникают риски унификации инновационного процесса.

Результаты исследования вносят вклад в развитие экосистемного подхода в экономической теории и предоставляют эмпирическую базу для принятия управленческих решений в условиях цифровой трансформации.

Литература

1. Авдокушин Е.Ф., Кузнецова Е.Г. Экосистемы шеринговой экономики // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2021. № 4. С. 83–100.

2. Алехина Е.И. Цифровизация институциональной среды и развитие долевой экономики // Экономика и предпринимательство. 2021. № 6. С. 112–118.

3. Анисимов А.Ю., Жданцев К.Н. и др. Трансформация конкурентной среды платформенных бизнес-моделей в условиях цифровой торговли // Экономика, предпринимательство и право. 2025. Т. 15. № 7. С. 4937–4952.

4. Гелисханов И.З., Юдина Т.Н., Бабкин А.В. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 6. С. 22–36.

5. Дьячков К.В. Методологические подходы к оценке инновационных экосистем в условиях развития платформенной экономики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2026. Т. 28. № 1. С. 188–200.

6. Платформенная экономика в России: потенциал развития: аналитический доклад /Г. И. Абдрахманова, Л. М. Гохберг, А. В. Демьянова и др.; под ред. Л. М. Гохберга, Б. М. Глазкова, П. Б. Рудника, Г. И. Абдрахмановой; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2023. 72 с.

7. Попов Е.В., Симонова В.Л., Челак И.П. Оценка развития инновационных экосистем // Вопросы инновационной экономики. 2020. Том 10. № 4. С. 2359-2374.

8. Попов Е. В., Тихонова А. Д., Зырянов А. С. Трансакционная конфигурация инновационного развития бизнес-экосистемы // Экономика науки. 2024. № 10 (4). С. 35–51.

9. Симченко Н.А., Цёхла С.Ю. Сетевые эффекты развития цифровых платформ в промышленности // Друкеровский вестник. 2021. № 2. С.57 – 66.

10. Трачук А.В., Линдер Н.В. Эффекты цифровых платформ для промышленных компаний: эмпирический анализ в условиях внешнего санкцион ного давления. Стратегические решения и риск-менеджмент, (2023). 14(2): 150-163.

An empirical analysis of the effects of implementing platform ecosystems on companies' innovation activities

Semeshkin N.I.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article describes the results of a case study examining how the emergence and development of platform ecosystems impacts the innovation activities of companies operating in various industries. Quantitative and qualitative changes are examined, including patent activity dynamics, the rate of new product introduction, changes in the structure of research and development (R&D) expenditures, and the level of collaboration with external partners. The study helps identify key success factors and constraints, as well as understand the industry-specific impact of platform solutions on innovation processes. Nonlinear effects are identified, with an initial increase in innovation activity followed by a short-term decline during the partner integration phase, followed by a sustained increase. Additionally, moderators are identified—the company's level of digital maturity and the degree of platform openness. The results can be used for managing corporate innovation and assessing the effectiveness of digital transformations.

Keywords: platform ecosystems, innovation activity, empirical research, implementation effects, industry specificity, cooperation in innovation.

References

1. Avdokushin E.F., Kuznetsova E.G. "Sharing Economy Ecosystems" // Bulletin of the Russian State University for the Humanities. Series "Economics. Management. Law". 2021. No. 4. pp. 83–100.

2. Alekhova E.I. "Digitalization of the Institutional Environment and the Development of the Sharing Economy" // Economy and Entrepreneurship. 2021. No. 6. pp. 112–118.

3. Anisimov A.Yu., Zhdantsev K.N., et al. "Transformation of the Competitive Environment of Platform Business Models in the Context of Digital Commerce" // Economy, Entrepreneurship and Law. 2025. Vol. 15. No. 7. pp. 4937–4952.

4. Geliskhanov I.Z., Yudina T.N., Babkin A.V. Digital platforms in the economy: essence, models, and development trends // Scientific and technical statements of SPbSPU. Economic sciences. 2018. Vol. 11, No. 6, pp. 22–36.

5. Dyachkov K.V. Methodological approaches to assessing innovation ecosystems in the context of platform economy development // Bulletin of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2026. Vol. 28, No. 1, pp. 188–200.

6. Platform economy in Russia: development potential: analytical report / G.I. Abdrakhmanova, L.M. Gokhberg, A.V. Demyanova, et al.; ed. L. M. Gokhberg, B. M. Glazkov, P. B. Rudnik, G. I. Abdrakhmanova; National Research University Higher School of Economics. Moscow: ISSEK HSE, 2023. 72 p.

7. Popov E. V., Simonova V. L., Chelak I. P. Assessing the Development of Innovative Ecosystems // Issues of Innovative Economics. 2020. Vol. 10. No. 4. pp. 2359-2374.

8. Popov E. V., Tikhonova A. D., Zyryanov A. S. Transactional Configuration of Innovative Development of a Business Ecosystem // Economics of Science. 2024. No. 10 (4). Pp. 35–51.

9. Simchenko N. A., Tsyokhla S. Yu. Network Effects of Digital Platform Development in Industry // Drucker Bulletin. 2021. No. 2. Pp. 57–66.

10. Trachuk A. V., Linder N. V. Effects of Digital Platforms for Industrial Companies: An Empirical Analysis under External Sanctions Pressure. Strategic Decisions and Risk Management, (2023). 14 (2): 150–163.

Организационно-управленческие барьеры масштабирования инновационных практик в строительстве объектов ЖКХ: региональная специфика и механизмы их нейтрализации

Сулимов Николай Юрьевич
Аспирант, Уфимский университет науки и технологий, kolyasikk@bk.ru

Статья посвящена исследованию барьеров характеризующихся в различных направлениях, препятствующих внедрению инновационных и цифровых технологий в процессе реализации коммунальных проектов на всех этапах (как на этапе выполнения строительно-монтажных работ и проектирование, так и на этапе их эксплуатации).
На основе институционального и территориального подходов проведена диверсификация регионов по их территориальным, климатических и инвестиционно-привлекательным особенностям.
Возможные к возникновению барьеры классифицированы по трем уровням в лице нормативно-институционального, корпоративно-организационного и территориально-кадрового влияния и за счет чего предложены дифференцированные механизмы их нейтрализации, включая создание пилотных зон, отраслевого перечня типовых решений.
Результаты исследования могут быть использованы заинтересованными участниками реализации коммунальных проектов как справочный и аналитический материал для дальнейшего развития рассматриваемой отрасли.
Ключевые слова: инновации, ЖКХ, региональная специфика, организационные барьеры, цифровизация, масштабирование, механизмы нейтрализации.

Введение

Коммунальная инфраструктура представляет собой своеобразные скелет любой жилищной территории и территории благоустройства, который несет ха собой фундамент напрямую отражающий функционирования и уровень благосостояния любого города, который отражает уровень удовлетворенности населения услугами жилищно-коммунального хозяйства и уровень благосостояния населения, что является наиважнейшим социальным фактором [1].

Строительство, реконструкция и модернизация объектов капитального строительства в области теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения требует применения технологий и оборудования с учетом территориальных и климатических особенности регионов, в чем и способствует применение цифровых технологий в лице составления цифровых двойников и применение автоматических приборов учета [6].

В свою очередь в процессе реализации коммунальных проектов зачастую встречаются организационно-управленческие барьеры, препятствующие переходу от точечных пилотных проектов к системному масштабированию инновационных практик [8].

Такие барьеры возникают в процессе взаимодействия федеральных и региональных органов власти, муниципальных заказчиков, проектных организаций, подрядчиков и ресурсоснабжающих компаний, в процессе ведения бюрократической деятельности и их прямого взаимодействия в процессе выполнения строительно-монтажных работ.

Методологическую основу исследования образует совмещение институциональных и территориальных подходов, позволяющих рассмотреть проблему внедрения инновационных и цифровых технологий как многоуровневое явление, формирующееся на особенностях нормативных, организационных и территориальных аспектов.

Системный подход обеспечивает рассмотрение данной отрасли как перечень взаимосвязанных элементов, в которой внедрение инновационных и цифровых технологий влечет за собой необходимость адаптации нормативного регулирования и обеспечением высоко квалицированных кадров, способных в дальнейшем совершать работы по эксплуатации данных проектов.

Институциональный подход позволяет выявить необходимых для корректной работы правила, определяющие поведение сторон участников процесса реализации проектов, и объяснить устойчивость барьеров, возникающих при возможном расхождении интересов и требований.

Основная часть

С целью составления аналитической базы необходимо классифицировать регионы на основе сочетания климатических условий, уровня экономического развития и плотности размещения объектов коммунальной инфраструктуры.

Таблица 1
Региональная дифференциация инновационной активности в строительстве объектов ЖКХ

Региональная группа	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме, %	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации, %	Инвестиции в основные фонды ЖКХ на душу населения, тыс. руб.	Средний срок окупаемости инновационных проектов, лет
Арктические и северные регионы	3,2	8,4	18,7	12,3
Промышленные агломерации	6,8	14,2	12,4	8,7
Столичные агломерации	9,4	19,8	22,1	6,2
Южные и сельскохозяйственные регионы	4,1	10,6	8,9	10,5
Депрессивные малые города и сельские территории	2,1	6,3	5,2	14,8
Среднее по Российской Федерации	5,1	11,9	13,5	10,5

*составлено автором на основании статистических данных официальной Российской статистики и органов исполнительной власти

Такой подход позволяет выявить закономерности и продемонстрировать, как территориальные факторы модифицируют проявление организационно-управленческих барьеров [9].

Столичные агломерации существенно опережают остальные территории по всем показателям по причине наличия обширного рынка кадров, близостью к научно-исследовательским центрам и более высоким уровнем институциональной зрелости региональных органов управления.

На противоположном полюсе находятся депрессивные малые города и сельские территории, где инновационная активность находится на критически низком уровне по причине острого дефицита финансирования за счет средств консолидированного бюджета субъекта, узкого рынка кадров и низкой плотности объектов инфраструктуры.

Арктические и северные регионы демонстрируют парадоксальную картину при относительно высоких инвестициях в основные фонды жилищно-коммунального хозяйства на душу населения, уровень инновационной активности остается крайне низким по причиной существенной диверсификации средств инвестирования на иные сферы.

Организационно-управленческие барьеры в этих регионах усугубляются логистическими сложностями и экстремальными климатическими условиями в зимнее время года.

Промышленные агломерации показывают умеренный уровень инновационной активности, а также высокой степенью износа существующей коммунальной инфраструктуры, требующей объемы работы по их реконструкции и модернизации [7].

Механизмы нейтрализации барьеров должны применятся на основании изложенных территориальных особенностей, учитывающий специфику каждой региональной группы, например для депрессивных территорий приоритетом должна стать централизация функций управления инновационными проектами и использование типовых технологических решений, которые схожи по идентичным особенностям успешно реализованных других коммунальных проектов, для арктических регионов может выступать разработка специальных нормативов и создание межрегиональных центров компетенций, для промышленных агломераций зачастую развитие комплексных программ модернизации [5].

Далее необходимо рассмотреть особенности возможным к возникновению барьеров по сфере их направленности для комплексного отражения и выявления особенностей по их предотвращению.

Так по отношению к нормативно-правовые барьеры усилили свое влияние, по причине некого устаревания их действии за счет технологического прогресса и все большей цифровизации всех сфер деятельности.

Процедура получения специальных технических условий для инновационных решений остается длительной и дорогостоящей, что демотивирует заказчиков и проектировщиков к их внедрению на реальных коммунальных проектах [8].

Также стоит отметить присутствие финансово-экономических барьеров за счет существенной потребности в инвестировании со стороны частной стороны и государственного финансирования по причине острой необходимости в реконструкции, модернизации и нового строительства объектов коммунальной инфраструктуры, однако на данный момент наблюдается позитивный тренд за счет повышенного социального внимания на необходимость развития данной сферы, но в свою очередь, это не компенсирует усиления кадровых и нормативных барьеров, что в целом приводит к сохранению высокого уровня препятствий для масштабного внедрения инновационных и цифровых технологий [1].

Анализ структуры барьеров по их разновидности позволяет выделить три приоритетных направления их нейтрализации.

- развитие кадрового потенциала отрасли через создание программ переподготовки, а также в виде формирования отраслевых центров компетенций.

- реформа системы технического регулирования, включающая создание механизмов предварительных технических оценок для апробации внедряемого технологического оборудования на практике их применения с территориальными особенности всех типов регионов [4].

- развитие информационно-аналитического сопровождения процессов масштабирования инноваций через формирования информационной базы на основе технологий информационного моделирования в строительства и составления цифровой среды в отношении каждого объекта капитального строительства [9].

Результаты

Проведенный анализ позволил выявить и классифицировать возможные к возникновению барьеры в процессе реализации коммунальных проектов, препятствующие масштабному внедрению инновационных и цифровых технологий в области реализации жилищно-коммунальных объектов [8]:

- нормативно-институциональному;
- корпоративно-организационному;
- территориально-кадровому.

На нормативно-институциональном уровне основным барьером является инерционность системы технического регулирования, в соответствии с которой новые технологии и материалы не получают своевременного нормативного регулирования, так к примеру разночтения при определении нормативов очистки сточных вод [2].

Отсутствие современных нормативных актов и объединенных стандартов для инновационных решений вынуждает проектировщиков и подрядчиков тратить много ресурсов на получение специальных технических условий, что увеличивает сроки и стоимость реализации проектов и значительно повышают шансы на выполнения работ по перепроектированию.

Структурные особенности организационной культуры российских организаций в рассматриваемой сфере часто основаны на строгом соблюдении типовых технологических решений, которые зачастую не учитывают территориальные особенности региона, в результате чего это приводит к возникновению феномена «рационального консерватизма», когда отказ от инноваций становится наиболее безопасной стратегией для руководителей организаций [3].

Барьеры территориального и кадрового уровня характеризуются значительной региональной дифференциацией выражаемой в различном уровне выделяемого государственного финансирования и размера собственных средств консолидированного бюджета субъекта, обусловленной комплексом климатических, экономических, инфраструктурных и демографических факторов.

В арктических и северных регионах основными сдерживающими факторами являются чрезвычайно высокие затраты на логистику, необходимость использования специальных технологий и материалов в виду экстремальных климатических особенности регионов.

Инновационные решения, разработанные для регионов с умеренным климатом, требуют существенной адаптации к этим условиям, что увеличивает сроки и стоимость их внедрения [4].

Основным инструментом на уровне регуляторов в рамках урегулирования возможных возникаемых ранее рассмотренных барьеров является создание системы предварительных технических экспертиз в лице создания независимого учреждения или структуры по технологическому рассмотрения наполненности коммунальных проектов и пилотных зон, где допускается использование инновационных решений с упрощёнными процедурами согласования и внедрения при условии обязательного мониторинга и оценки результатов [9].

Ещё одним инструментом является создание отраслевых каталогов с использованием типовых технологических решений, которые схожи по идентичным особенностям успешно реализованных других коммунальных проектов [4].

В сфере государственных и муниципальных закупок перспективным направлением является внедрение критерия совокупной стоимости жизненного цикла и создание механизмов государственно-частного партнерства и концессионных соглашений в виде институциональной основы с целью распределения рисков и объединения компетенций государственных и частных участников для финансового стимулирования развития рассматриваемой отрасли [5].

Особое внимание уделяется развитию кадрового потенциала отрасли, в том числе созданию программ переподготовки и повышения квалификации управленческого и технического персонала сквозь создания программ повышения квалификации на площадках высших учебных государственных учреждений для населения и обязательных программ повышения квалификации для государственных служащих [7].

Заключение

Проведенное исследование позволило сформировать целостное представление о системе организационно-управленческих барьеров, препятствующих увеличению масштаба внедрения инновационных и цифровых технологий в реализацию коммунальных проектов и предложить дифференцированные механизмы их нейтрализации сквозь ранее рассмотренные методы.

Универсальные решения, разработанные без учета климатических, экономических и инфраструктурных особенностей территорий, обречены на ограниченное применение или порождают непредвиденные негативные эффекты, что побуждает рассчитывать меры по урегулированию возникаемых барьеров с учетом дифференции регионов по их территориальным и климатическим особенностям [4].

Практическая реализация предложенных механизмов требует скоординированного взаимодействия между разными участниками реализа-

ции проекта как на государственном уровне в процессе реализации государственных программ, так и в рамках привлечения частного сектора при помощи развития государственно-частного партнерства [5].

Дальнейшие исследования в данном направлении могут быть сосредоточены на разработке количественных индикаторов эффективности механизмов в рамках урегулирования возможных возникаемых барьеров с учетом особенностей дифференции регионов и углубленном анализе технологических практик конкретных регионов в лице формирования отраслевых «дорожных карт».

Решение выявленных проблем выступает необходимым условием для обеспечения надежности, эффективности и устойчивости градообразующей отрасли такой как водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения территорий населенных пунктов в долгосрочной перспективе [1].

Литература

1. Щербакова Д. В. Инновации в ЖКХ как путь повышения реальных доходов населения России // Управленческое консультирование. — 2021. — № 5. — С. 146-157.
2. Кузнецова А. И. Инновационные технологии в системе ЖКХ // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. — 2016. — № 3 (18). — С. 42-49.
3. Лакиза И. А. Мировой опыт внедрения инновационных технологий в ЖКХ // Вестник науки. — 2024. — Т. 5 № 6. — С. 156-162.
4. Волкова А. В. Инновации в сфере строительства: проблемы апробации в регионах // Среднерусский вестник общественных наук. — 2015. — Т. 10 № 4. — С. 194-202.
5. Апарина У. А. Активизация инвестиций в объекты ЖКХ на основе инноваций с использованием ресурсов технопарковых структур // Инновации и инвестиции. — 2022. — № 10. — С. 12-18.
6. Яковлев Г. И. Приоритетные направления инновационного развития предприятий системы ЖКХ // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — № 7. — С. 1-6.
7. Тарасов А. Г. Классификация барьеров цифровизации строительства: сравнительный анализ эмпирических исследований // Интеллект. Инновации. Инвестиции. — 2026. — № 3. — С. 46-54.
8. Мутолапов Р. Х. Анализ успешных практик и определение перспективных направлений внедрения инноваций в сферу жилищно-коммунального хозяйства // Вестник университета. — 2024. — № 11. — С. 43-50.
9. Юматов А. С. Организационно-управленческие аспекты развития государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства // Интеллект. Инновации. Инвестиции.— 2022. — № 1. — С. 72-83.

Organizational and managerial barriers to scaling innovative practices in the construction of housing and communal services facilities: regional specifics and mechanisms for their neutralization

Sulimov N.Yu.
Ufa University of Science and Technology

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the study of barriers characterized in various areas that hinder the implementation of innovative and digital technologies in the process of implementing utility projects at all stages (both at the stage of construction and installation work and design, and at the stage of their operation). Based on institutional and territorial approaches, the regions were diversified according to their territorial, climatic, and investment-attractive features.

The potential barriers are classified into three levels: regulatory-institutional, corporate-organizational, and territorial-personnel, and differentiated mechanisms for their neutralization are proposed, including the creation of pilot zones and an industry-specific list of standard solutions. The research results can be used by interested parties involved in the implementation of utility projects as reference and analytical material for the further development of the industry under consideration..

Keywords: innovations, housing and communal services, regional specifics, organizational barriers, digitalization, scaling, neutralization mechanisms.

References

1. Shcherbakova D. V. Innovations in the housing and utilities sector as a way to increase the real incomes of the Russian population // Management Consulting. — 2021. — No. 5. — Pp. 146–157.
2. Kuznetsova A. I. Innovative technologies in the housing and utilities system // Bulletin of the Moscow University named after S. Yu. Witte. Series 1: Economics and Management. — 2016. — No. 3 (18). — Pp. 42–49.
3. Lakiza I. A. World experience in implementing innovative technologies in the housing and utilities sector // Vestnik nauki. — 2024. — Vol. 5, No. 6. — Pp. 156–162.
4. Volkova A. V. Innovations in the construction sector: problems of testing in the regions // Central Russian Journal of Social Sciences. — 2015. — Vol. 10, No. 4. — Pp. 194–202.
5. Aparina U. A. Enhancing investment in housing and communal services facilities based on innovations using the resources of technology park structures // Innovations and Investments. — 2022. — No. 10. — Pp. 12–18.
6. Yakovlev G. I. Priority Areas for the Innovative Development of Enterprises in the Housing and Utilities Sector // International Research Journal. — 2024. — No. 7. — Pp. 1–6.
7. Tarasov A. G. Classification of Barriers to the Digitalization of Construction: A Comparative Analysis of Empirical Studies // Intelligence. Innovations. Investment. — 2026. — No. 3. — Pp. 46–54.
8. Mutolapov R. Kh. Analysis of successful practices and identification of promising areas for introducing innovations in the housing and utilities sector // University Bulletin. — 2024. — No. 11. — Pp. 43–50.
9. Yumatov A. S. Organizational and managerial aspects of developing the state information system for the housing and utilities sector // Intelligence. Innovations. Investment.— 2022. — No. 1. — Pp. 72–83.

Модификация алгоритма Брандеса для ускоренного пересчета промежуточной центральности после удаления вершины из графа

Багура Денис Алексеевич
студент, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), bagurada@student.bmstu.ru

В статье рассматривается задача ускоренного пересчета промежуточной центральности после удаления вершины графа. Промежуточная центральность является одной из ключевых метрик сетевого анализа, поскольку позволяет выявлять вершины, через которые проходит значительная доля кратчайших путей между другими парами вершин. Однако полный пересчет данной метрики после каждого изменения графа требует значительных вычислительных затрат, особенно для крупных сетей. Для решения этой задачи предлагается модифицированный алгоритм, основанный на алгоритме Брандеса. Основная идея подхода заключается в том, чтобы не выполнять полный пересчет промежуточной центральности для всего графа, а использовать данные, сохраненные при первоначальном расчете, и обновлять значения только для той части графа, на которую повлияло удаление вершины. В алгоритме учитывается компонентная структура графа, а источники кратчайших путей разделяются на две группы: источники, требующие полного пересчета зависимости, и источники, для которых достаточно локальной корректировки, связанной с удалением конечной пары. Предложен критерий выбора между модифицированным пересчетом и стандартным алгоритмом Брандеса на затронутой компоненте связности. Проведены вычислительные эксперименты на случайных графах моделей Барабаши-Альберт и Эрдеша-Реньи, а также на реальных графах ca-GrQc и Oregon-1. Результаты показывают, что предложенный алгоритм наиболее эффективен в случаях, когда удаление вершины затрагивает ограниченную часть графа или отдельную компоненту связности.

Ключевые слова: Граф, сложные сети, метрики центральности, промежуточная центральность, алгоритм Брандеса, кратчайший путь, удаление вершины.

Введение

Анализ сложных сетей является важным направлением современной теории графов и прикладной математики [1, 2]. Многие реальные системы, включая социальные, транспортные, информационные и телекоммуникационные сети, могут быть представлены в виде графов, где вершины соответствуют объектам системы, а ребра отражают связи между ними [3].

Для оценки структурной значимости вершин используются метрики центральности. Одной из наиболее содержательных метрик является промежуточная центральность, которая показывает, насколько часто выбранная вершина лежит на кратчайших путях между другими парами вершин [3, 4]. Вершины с высокой промежуточной центральностью часто выполняют роль посредников между различными частями сети, поэтому их удаление может приводить к существенному изменению структуры кратчайших путей и связности графа.

В задачах анализа устойчивости сетей часто требуется моделировать отказ отдельных узлов. В терминах графа это соответствует удалению вершины и последующему пересчету значений центральности для оставшихся вершин. Наиболее эффективным алгоритмом вычисления промежуточной центральности является алгоритм Брандеса [5]. Однако при каждом удалении вершины полный повторный запуск этого алгоритма может быть избыточным, поскольку удаление одной вершины обычно влияет не на все кратчайшие пути графа.

Целью настоящей статьи является описание модифицированного алгоритма пересчета промежуточной центральности после удаления вершины графа и экспериментальная проверка его эффективности по сравнению с полным пересчетом алгоритмом Брандеса.

Описание алгоритма

Пусть граф является неориентированным и невзвешенным. Процесс повторного подсчета центральности можно оптимизировать за счет двух основных идей: во-первых, выполнять пересчет только в той компоненте связности, в которой находилась удаленная вершина, поскольку остальные компоненты графа не затрагиваются; во-вторых, использовать значения и вспомогательные данные, полученные при первом расчете, чтобы обновлять центральность только для тех источников и вершин, на которые действительно повлияло удаление вершины.

В этом случае промежуточная центральность имеет вид (1):

$$C_B(v) = \frac{1}{2}\sum_{s \neq v} \delta_{s\bullet}(v), \qquad (1)$$

где $\delta_{s\bullet}(v)$ – вклад вершины-источника s в центральность вершины v.

В первом проходе (по графу до удаления вершины) будем сохранять дополнительные данные: расстояние $d(s,v)$ между вершинами s и v, число кратчайших путей σ_{sv} между вершинами s и v, а также вклад $\delta_{s\bullet}(v)$ источника s в центральность вершины v.

Обозначим через $C_B^{old}(v)$, $\delta_{s\bullet}^{old}(v)$ и $C_B^{new}(v)$, $\delta_{s\bullet}^{new}(v)$ промежуточную центральность и вклад источника s в центральность вершины v для графа до удаления вершины и для графа после удаления вершины соответственно.

Пусть из графа удаляется вершина r. После удаления вершины определяется компонента связности C_r, которой она принадлежала в исходном графе. Если граф несвязный, то для вершин из компонент связности, не содержащих удаленную вершину, промежуточная центральность не меняется, поскольку кратчайшие пути внутри этих компонент остаются неизменными. Следовательно, для таких вершин выполняется соотношение (2):

$$C_B^{new}(v) = C_B^{old}(v), v \notin C_r \qquad (2)$$

Далее рассмотрим компоненту связности, содержавшую вершину r до ее удаления. Обозначим через A множество затронутых источников, для которых удаление вершины r повлияло на структуру кратчайших путей. Тогда после удаления вершины r обновленные значения промежуточной центральности можно рассчитать по формуле (3):

$$\square_B^{new}(v) = C_B^{old}(v) - \frac{1}{2}\sum_{s\in A, s\neq v} \delta_{s\bullet}^{old}(v) + \frac{1}{2}\sum_{s\in A, s\neq v} \delta_{s\bullet}^{new}(v) \qquad (3)$$

Другими словами, для затронутых источников из старого значения центральности вычитается их прежний вклад, после чего добавляется новый вклад, рассчитанный уже на графе после удаления вершины.

Также необходимо отдельно исключить вклад самой удаленной вершины как источника. После удаления источника r больше нет, его вклад необходимо вычесть (4):

$$C_B^{new}(v) = C_B^{old}(v) - \frac{1}{2}\delta_r^{old}(v) \quad (4)$$

Для каждого источника s из затронутой компоненты определяется, могло ли удаление вершины r повлиять на кратчайшие пути из s к другим вершинам. Если существует вершина $t \neq s \neq r$, для которой выполнено условие (5):

$$d(s,t) = d(s,r) + d(r,t), \quad (5)$$

то вершина r лежала хотя бы на одном кратчайшем пути из s в t. Следовательно, после удаления r вклад $\delta_{s\bullet}(v)$ может измениться. Такой источник относится к множеству полностью затронутых источников, и для него повторно выполняется алгоритм Брандеса. После этого старый вклад $\delta_{s\bullet}^{old}(v)$ заменяется новым вкладом $\delta_{s\bullet}^{new}(v)$.

Если для источника s из затронутой компоненты вершина r не лежала на кратчайших путях к другим оставшимся вершинам, то предполагается, что структура кратчайших путей из s к остальным вершинам не изменилась. В этом случае полный пересчет источника не выполняется. Однако необходимо удалить вклад пары (s,r), поскольку ранее вершина r выступала конечной точкой кратчайшего пути из s, а после удаления r такая пара больше не существует. Тогда для каждой вершины v при условии, что (6):

$$d(s,r) = d(s,v) + d(v,r), \quad (6)$$

вычитается доля кратчайших путей из s в r, проходивших через v (7):

$$\frac{\sigma_{sv}\sigma_{vr}}{\sigma_{sr}}, \quad (7)$$

где σ_{sv}, σ_{vr}, σ_{sr} – кратчайшие пути из s в v, из v в r и из s в r соответственно.

Если условие (6) выполняется, то вершина v лежит на кратчайшем пути между s и r, и соответствующий вклад (7) вычитается из значения центральности данной вершины.

Таким образом, источники делятся на две группы. Для первой группы выполняется полный пересчет зависимости $\delta_{s\bullet}(v)$ поскольку удаляемая вершина могла влиять на кратчайшие пути к другим вершинам. Для второй группы производится только локальная корректировка, связанная с удалением конечной пары (s,r). За счет этого алгоритм стремится избежать полного пересчета центральности для всех источников.

Пусть n_c – число вершин в затронутой компоненте после удаления вершины, m_c – число ребер в затронутой компоненте после удаления вершины, k – число источников, для которых выполняется полный пересчет зависимости $\delta_{s\bullet}(v)$, e – число источников, для которых выполняется только корректировка, связанная с удалением конечной пары (s,r). Таким образом, алгоритм разбивается на несколько этапов:

1. Поиск затронутых источников, где выполняется проверка для всех пар s, t внутри затронутой компоненты, что дает сложность порядка $O(n_c^2)$.
2. Вычитание вклада удаляемой вершины r как источника, составляющее сложность порядка $O(n_c)$.
3. Полный пересчет зависимости $\delta_{s\bullet}(v)$ для первой группы источников, имеющий сложность порядка $O\big(k(m_c + n_c)\big)$.
4. Корректировка, связанная с удалением конечной пары, для второй группы источников, имеющая сложность порядка $O(en_c)$.
5. Замена старого вклада $\delta_{s\bullet}^{old}(v)$ на новый вклад $\delta_{s\bullet}^{new}(v)$ для первой группы источников, которая составляет сложность порядка $O(2kn_c)$.

Тогда асимптотически временная сложность подсчета промежуточной центральности после удаления вершины может быть записана следующим образом (8):

$$O(n_c^2 + n_c + en_c + km_c + 3kn_c) = O\big(n_c^2 + en_c + k(m_c + n_c)\big) \quad (8)$$

Используя равенство $k + e = n_c$, развернутую оценку (8) можно упростить до следующего вида (9):

$$O(n_c^2 + km_c) \quad (9)$$

Однако k и e заранее неизвестны. Идея заключается в том, чтобы находить k и e и выбирать, использовать далее модифицированный алгоритм Брандеса на затронутой компоненте или стандартный алгоритм Брандеса, но только на затронутой компоненте. Если выбирается модифицированный алгоритм, то временная сложность остается той же (см. формулы (8), (9)), если стандартный, то время работы составит (10):

$$O(n_c^2 + n_c^2 + n_c m_c) = O(2n_c^2 + n_c m_c) = O(n_c^2 + n_c m_c) = O(n_c m_c) \quad (10)$$

Асимптотически он останется эквивалентным стандартному без поиска k и e, однако на практике может работать дольше. Однако мы получаем возможность использовать модифицированный пересчет при удалении вершин, для которых k достаточно мало.

Так как поиск k и e будет происходить до выбора алгоритма пересчета, то критерий выбора алгоритма будет иметь вид (11):

$$n_c + en_c + km_c + 3kn_c < n_c^2 + n_c m_c \quad (11)$$

Используем равенство $e = n_c - k$ и получаем (12):

$$n_c + n_c^2 - kn_c + km_c + 3kn_c < n_c^2 + n_c m_c \quad (12)$$

Упростим выражение (12) до вида (13):

$$n_c + km_c + 2kn_c < n_c m_c \quad (13)$$

Слагаемые с k оставим в левой части неравенства, остальные перенесем вправо (14):

$$k(m_c + 2n_c) < n_c(m_c - 1) \quad (14)$$

Разделим (14) на $m_c + 2n_c$ и получим условие (15):

$$k < \frac{n_c(m_c - 1)}{m_c + 2n_c} \quad (15)$$

Если необходимо получить условие в виде доли источников для полного пересчета относительно числа вершин всей компоненты, условие (15) можно переписать в виде (16):

$$\frac{k}{n_c} < \frac{m_c - 1}{m_c + 2n_c} \quad (16)$$

Если выполнено условие (15) или (16), то модифицированный алгоритм Брандеса на затронутой компоненте оказывается эффективнее стандартного алгоритма Брандеса на затронутой компоненте. Введем обозначение k_{crit} (17):

$$k_{crit} = \frac{n_c(m_c - 1)}{m_c + 2n_c} \quad (17)$$

Тогда условие (15) будет иметь вид (18):

$$k < k_{crit} \quad (18)$$

Таким образом, задача пересчета промежуточной центральности после удаления вершины r сводится к нескольким основным этапам:

1. В первом проходе по всему графу до удаления вершины r сохраним дополнительные данные: расстояние $d(s,v)$ между вершинами s и v, число кратчайших путей σ_{sv} между вершинами s и v, а также вклад $\delta_{s\bullet}(v)$ источника s в центральность вершины v.
2. Удалим вершину r из графа и определим компоненту связности, в которой она была.
3. Проверим условие (18) и выберем эффективный алгоритм.
4. Выполним выбранный алгоритм на затронутой компоненте и получим пересчитанные значения центральности для вершин затронутой компоненты. Для вершин из других компонент связности значения центральности не изменятся.

Особенно эффективно данный алгоритм будет работать на несвязных графах, где пересчет будет проводиться только для затронутой компоненты, а не всего графа.

Результаты тестирования

Для тестирования используются пять графов различной структуры:

1. Граф на основе модели Барабаши-Альберт с параметрами $n = 9528$ и $m = 3$ и имеющий одну компоненту связности [6].
2. Граф на основе биноминальной модели Эрдеша-Реньи с параметрами $n = 7364$ и $p = 0{,}001$ и имеющий 46 компонент связности [7].
3. Граф на основе равномерной модели Эрдеша- Реньи с параметрами $n = 8427$ и $m = 23090$ и имеющий 22 компоненты связности [7].
4. Граф ca-GrQc, основанный на реальных данных о научном соавторстве в разделе General Relativity and Quantum Cosmology базы arXiv и имеющий 355 компонент связности [8].
5. Граф Oregon-1, основанный на реальных данных о связях между автономными системами интернета [9]. Вершины графа соответствуют автономным системам, а ребра отражают наличие сетевого взаимодействия между ними. Граф имеет одну компоненту связности.

Для каждого графа выбирается удаляемая вершина r, после чего проводится расчет параметров k, e и k_{crit}. Если выполнено условие (18), то используется пересчет центральности с помощью модификации алгоритма Брандеса, иначе стандартный алгоритм Брандеса для затронутой компоненты.

Для каждого графа будет проведено удаление пяти вершин, одна из которых будет иметь максимальную центральность, другая – минимальную центральность, а три оставшиеся – произвольную. Также для каждого графа будет проведен пересчет центральности с помощью модифицированного алгоритма и стандартного алгоритма Брандеса для всего графа (полный пересчет). Расчеты приведены в таблицах 1-5.

По результатам вычислительных экспериментов, представленных в таблицах 1-5, можно сделать вывод, что модифицированный алгоритм Брандеса дает преимущество по времени прежде всего в тех случаях, когда число источников, требующих полного пересчета, меньше порогового значения k_{crit}. При малых значениях k удаление вершины затраги-

вает только ограниченную часть структуры графа, поэтому нет необходимости повторно вычислять промежуточную центральность для всех вершин. В таких случаях модифицированный алгоритм позволяет заметно сократить время расчета по сравнению с полным пересчетом. Кроме того, преимущество может сохраняться и для несвязных графов даже при $k \geq k_{crit}$, поскольку пересчет выполняется только в компоненте связности, содержавшей удаленную вершину, тогда как остальные компоненты не требуют повторной обработки. В то же время эффективность предложенного подхода не является одинаковой для всех графов. Если условие (18) не выполняется и граф является связным, то затронутая компонента совпадает со всем графом, поэтому локализация вычислений не дает выигрыша, а дополнительные операции модифицированного алгоритма могут сделать его медленнее полного пересчета. Аналогичная ситуация возможна для несвязного графа, если удаляемая вершина находится в крупнейшей компоненте, размер которой близок к размеру всего графа. Следовательно, практическая эффективность модифицированного алгоритма определяется масштабом затронутой области, значениями k, e, k_{crit}, а также компонентной структурой рассматриваемой сети.

Таблица 1

Сравнение подходов для графа Барабаши-Альберт [6]

№	Удаляемая вершина	k	e	k_{crit}	Время пересчета	
					Модифицированный алгоритм, с	Полный пересчет, с
1	4	2673	0	1590,6	34,94	35,27
2	2275	136	2537	1602,9	11,41	33,87
3	1970	2030	643	1602,7	34,58	31,69
4	2488	899	2774	1602,9	19,35	33,67
5	432	687	1986	1602,7	19,56	37,06

Таблица 2

Сравнение подходов для графа, построенного на основе биномиальной модели Эрдеша-Реньи [7]

№	Удаляемая вершина	k	e	k_{crit}	Время работы	
					Модифицированный алгоритм, с	Полный пересчет, с
1	1019	4556	60	2502,5	100,26	105,24
2	4602	0	0	0	0,01	98,06
3	272	4070	546	2503,3	107,53	104,75
4	2930	3690	926	2503,4	111,78	112,62
5	280	1886	2730	2503,7	65,15	102,01

Таблица 3

Сравнение подходов для графа, построенного на основе равномерной модели Эрдеша-Реньи [7]

№	Удаляемая вершина	k	e	k_{crit}	Время работы	
					Модифицированный алгоритм, с	Полный пересчет, с
1	1058	4130	124	2405,6	93,97	92,60
2	4255	0	0	0	0,01	91,14
3	838	3277	977	2406,4	93,16	97,87
4	544	2705	1549	2406,5	96,12	96,76
5	41	1663	2591	2406,7	59,52	95,07

Таблица 4

Сравнение подходов к вычислению промежуточной центральности для графа ca-GrQc, основанного на реальных данных о научном соавторстве в разделе General Relativity and Quantum Cosmology базы arXiv [8]

№	Удаляемая вершина	k	e	k_{crit}	Время работы	
					Модифицированный алгоритм, с	Полный пересчет, с
1	13801	4157	0	2563,9	90,76	113,07
2	19521	0	2	0	0,01	119,94
3	369	4156	1	2566,8	88,83	111,64
4	13060	2	4155	2566,5	39,55	109,38
5	4141	3	4154	2566,9	42,12	110,48

Таблица 5

Сравнение подходов к вычислению промежуточной центральности для графа Oregon-1, основанный на реальных данных о связях между автономными системами интернета [9]

№	Удаляемая вершина	k	e	k_{crit}	Время работы	
					Модифицированный алгоритм, с	Полный пересчет, с
1	701	10669	0	5119,9	540,06	516,62
2	9651	0	10669	5415,9	201,53	517,01
3	2380	10669	0	5415,6	526,50	499,90
4	17117	1219	9450	5415,7	251,67	518,73
5	3663	11	10658	5415,7	201,78	512,61

Литература

1. Евин И. А. Введение в теорию сложных сетей / И. А. Евин // Компьютерные исследования и моделирование. – 2010. – Т. 2, № 2. – С. 121-141.
2. Barabási A.-L. Network Science / A.-L. Barabási. – Cambridge : Cambridge University Press, 2016. – 475 p.
3. Newman M. E. J. Networks: An Introduction / M. E. J. Newman. – Oxford : Oxford University Press, 2010. – 793 p.
4. Евин И.А., Соловьев А.А., Чернобровкин Д.А. Московский метрополитен как безмасштабная сеть / И.А. Евин, А.А. Соловьев, Д.А. Чернобровкин // Информатизация и связь. – 2013. – № 6. – С. 76-80.
5. Brandes U. A faster algorithm for betweenness centrality / U. Brandes // Journal of Mathematical Sociology. – 2001. – Vol. 25, Iss. 2. – P. 163-177.
6. Barabási A.-L., Albert R. Emergence of scaling in random networks / A.-L. Barabási, R. Albert // Science. – 1999. – Vol. 286, Iss. 5439. – P. 509-512.
7. Erdős P., Rényi A. On random graphs I / P. Erdős, A. Rényi // Publicationes Mathematicae Debrecen. – 1959. – Vol. 6. – P. 290-297.
8. General Relativity and Quantum Cosmology collaboration network // Network Repository [Электронный ресурс]. – URL: https://networkrepository.com/ca-GrQc.php (дата обращения: 18.04.2026).
9. Oregon-1 // Network Repository [Электронный ресурс]. – URL: https://networkrepository.com/Oregon-1.php (дата обращения: 18.04.2026).

Modification of Brandes' algorithm for accelerated recalculation of betweenness centrality after vertex removal from a graph

Bagura D.A.

Bauman Moscow State Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article considers the problem of accelerated recalculation of betweenness centrality after the removal of a vertex from a graph. Betweenness centrality is one of the key metrics in network analysis, as it makes it possible to identify vertices through which a significant share of shortest paths between other pairs of vertices passes. However, complete recalculation of this metric after each graph modification requires substantial computational resources, especially for large networks.

To address this problem, a modified algorithm based on Brandes' algorithm is proposed. The main idea of the approach is not to perform a complete recalculation of betweenness centrality for the entire graph, but to use the data saved during the initial computation and update the values only for the part of the graph affected by vertex removal. The algorithm takes into account the component structure of the graph, while shortest-path sources are divided into two groups: sources requiring full dependency recalculation and sources for which local correction associated with the removal of the terminal pair is sufficient.

A criterion is proposed for choosing between the modified recalculation procedure and the standard Brandes algorithm applied to the affected connected component. Computational experiments are carried out on random graphs generated by the Barabási-Albert and Erdős-Rényi models, as well as on real-world ca-GrQc and Oregon-1 graphs. The results show that the proposed algorithm is most effective when the removal of a vertex affects a limited part of the graph or a separate connected component.

Keywords: Graph, complex networks, centrality measures, betweenness centrality, Brandes' algorithm, shortest path, vertex removal.

References

1. Evin I. A. Introduction to the Theory of Complex Networks // Computer Research and Modeling. 2010. Vol. 2, No. 2. P. 121-141.
2. Barabási A.-L. Network Science. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. 475 p.
3. Newman M. E. J. Networks: An Introduction. Oxford: Oxford University Press, 2010. 793 p.
4. Evin I. A., Solovyov A. A., Chernobrovkin D. A. Moscow Metro as a Scale-Free Network // Informatization and Communication. 2013. No. 6. P. 76-80.
5. Brandes U. A Faster Algorithm for Betweenness Centrality // Journal of Mathematical Sociology. 2001. Vol. 25, Iss. 2. P. 163-177.
6. Barabási A.-L., Albert R. Emergence of Scaling in Random Networks // Science. 1999. Vol. 286, Iss. 5439. P. 509-512.
7. Erdős P., Rényi A. On Random Graphs I // Publicationes Mathematicae Debrecen. 1959. Vol. 6. P. 290-297.
8. General Relativity and Quantum Cosmology Collaboration Network // Network Repository [Electronic resource]. URL: https://networkrepository.com/ca-GrQc.php (accessed: 18.04.2026).
9. Oregon-1 // Network Repository [Electronic resource]. URL: https://networkrepository.com/Oregon-1.php (accessed: 18.04.2026).

История изобретения противогаза Зелинского-Кумманта

Буланова Валерия Сергеевна
кандидат юридических наук, доцент кафедры гуманитарных дисциплин, Московский медицинский университет Реавиз, valeriya777@gmail.com

Данная статья посвящена истории создания в России противогаза Зелинского-Кумманта во время Первой мировой войны, ставшего главным достижением в мире, так как до этого не было достойного спасения на войне от воздействия химического оружия. До настоящего времени противогаз Зелинского-Кумманта является самым надёжным и действенным средством в деле спасения органов дыхания и открытых частей тела от поражающих и губительных свойств химических веществ, применяемых в оружии массового поражения на войне, во время работы в опасных для здоровья производствах, или наблюдаемых в периоды экологических катастроф и чрезвычайных ситуациях. В статье даётся подробный анализ событий и фактов, послуживших скорейшему изобретению противогаза Зелинского-Кумманта в различных его модификациях.

Ключевые слова: Николай Александрович Фигуровский, химическое оружие, противохлорные маски, специальная химическая служба, медико-санитарная служба, Льюис Хаслетт, Джон Стенгауз, Николай Дмитриевич Зелинский, Йоганнес Вислиценус, Виктор Мейер, противогаз Зелинского-Кумманта.

Введение

Выдающийся историк науки и советский химик Николай Александрович Фигуровский в своей монографии «Очерк возникновения и развития угольного противогаза Н. Д. Зелинского» писал об эффекте, произведенном первой газовой атакой немцев под Ипром следующее: «Первая волновая химическая атака вызвала смятение в штабах союзников. Они были застигнуты врасплох и оказались совершенно неподготовленными не только к ответу немцам тем же оружием, но и к эффективной защите собственных войск. Было очевидно, что только недооценка немецким командованием нового оружия предотвратила прорыв на фронте, который мог быть легко осуществлен в результате газовой атаки и возникшей в связи с нею паники среди войск союзников. Необходимо было немедленно найти средства, которые гарантировали бы от подобных ударов».

Первая немецкая атака хлором на русском фронте под Болимовым состоявшаяся 31 мая (18 мая по ст. стилю) 1915 г. показала, что отравить русского человека хлором не так просто. Не было той паники среди войск, которая 22 апреля 1915 г. у Ипра привела к оголению фронта и являлась главной причиной огромных потерь при всех дальнейших газовых атаках. Русские части, подвергшиеся немецкому нападению в районе Болимова у Воли Шидловской, несмотря на значительные потери, не только остались на месте, но и сумели отразить пять атак немцев. Германская армия учла «уроки Ипра» и попыталась полностью использовать результат химического нападения, но, неожиданно для себя, натолкнулась на прицельный пулеметный и артиллерийский огонь. Свою роль в этом сыграли и погодные условия, и способность русских солдат импровизировать. Солдаты спасались от хлора, заворачивая голову в мокрую шинель, закрывая лицо мокрыми рубашками, зарываясь головой в мокрое сено или дыша через землю [1, 2, 3].

Начиная с 1915 г. химическое оружие (газобалонные батареи, артиллерийские химические снаряды, химические мины) прочно вошло в тактику прорыва полосы обороны противника. Совершенствовались методы газовой атаки: газопуск растягивался по времени таким образом, чтобы нанести максимальный урон живой силе противника. Вслед за газовой волной обычно пускали волну дыма, в которой шла пехота. Хлор, распространившийся в глубину обороны противника, препятствовал переброске резервов к району газовой атаки, включая армейские. Например, резервному полку из района сосредоточения войск до переднего края обороны надо было пройти в 5-8 км, что невозможно было сделать, используя примитивные средства противохимической защиты. Общая площадь, занимаемая отравленным воздухом, могла достигать несколько сот квадратных километров при глубине проникновения газовой волны до 30 км. [4].

Параллельно с тактикой прорыва совершенствовалась и тактика обороны: обобщенный опыт газовой катастрофы под Ипром, отражение германских химических атак русскими войсками под Болимовом и Осовцом, говорил в пользу усиления второй линии полосы обороны за счет первой, необходимости ее глубокого эшелонирования, и наличия резервов, защищенных от действия отравляющих веществ. Приоритетной задачей всех воюющих стран стала разработка средств индивидуальной защиты военнослужащих и гражданского населения прифронтовой полосы от химического оружия.

Материалы и методы исследований

Материалами и источниками для данного исследования послужила многочисленная литература по данной тематике, опубликованная как в научных журналах, так и монографиях досоветского, советского и современного периодов. А также архивные источники из системы электронных библиотек. При написании настоящей статьи использовались как общенаучные, так и специально-исторические методы исследования.

Результаты исследования

Прототипом противогаза стал мешочек из прорезиненной ткани, внутри которого находился влажный тампон размером с ладонь. Его обнаружили бельгийские контрразведчики у немца-перебежчика 21 апреля 1915 г., накануне германской газобаллонной атаки под Ипром. С этим же респиратором 6 августа 1915 г. немцы атаковали русскую крепость Осовец. Потеряв до тысячи человек отравленных собственным хлором, им пришлось отступить [5, 6].

Во Франции было принято решение о срочном проведении в армии противохимических мероприятий, которые временно, до создания специальной химической службы, поручали медико-санитарной службе. В

июне-июле 1915 г. во французскую действующую армию в качестве специалистов-консультантов были назначены специалисты-химики. В их обязанности входили помощь штабам армий по всем вопросам, связанным с боевыми отравляющими веществами, разработка инструкций и указаний по защите от них и доставка веществ, применявшихся противником для проведения исследований. Самым первым средством защиты французских военнослужащих от газов служили носовые платки, смоченные содовым раствором [7].

Русское командование довольно рано узнало о немецкой атаке на Ипре 22 апреля 1915 г. и сразу постаралось принять адекватные меры для защиты личного состава. В частности, еще в начале мая 1915 г. организации Красного Креста приступили к массовому изготовлению первых противохлорных масок. Эти простейшие средства противохимической обороны представляли собой компресс из пяти-шести слоёв марли, простроченный по краям и снабжённый двумя парами тесёмок для укрепления маски на лице (маска-повязка первого образца). Длина компресса около 15 см, ширина - 5-8 см. Напротив рта и носа располагался карман, в который вкладывалась пропитанная гипосульфитом корпия (растеребленная старая ветошь из льняной ткани, использовавшаяся как перевязочный материал).

Фигуровский сообщает, что такие маски-повязки в начале мая 1915 года изготавливались в довольно значительных количествах, по крайней мере в Москве, Минске и Петрограде. Сейчас неизвестно какими данными руководствовались организации Красного Креста, когда рекомендовали для изготовления шести- или десятислойные марлевые маски - такая защита удерживала на себе слишком мало пропитки с «антихлором» и защищала в течение всего 2-3 мин. В лучшем случае, она давали солдатам возможность покинуть зараженную хлором территорию.

Всю деятельность по разработке и производству противогазовых средств, также как и организацию защиты войск от отравляющих веществ взяла на себя санитарная и эвакуационная часть русской армии, верховным начальником которой был в то время член императорского дома, генерал от инфантерии принц А.П. Ольденбургский. Он обратился к женским организациям (институтам, гимназиям, благотворительным обществам и т. д.) с призывом начать массовое изготовление марлевых повязок. Российское общество живо откликнулось на его воззвание и довольно быстро было налажено изготовление влажных противохлорных масок. «…Несмотря на то, что таким путем удалось быстро снабдить все фронтовые части масками, действительная защита от газов была совершенно не была обеспечена. Изготовленные руками знатных дам, часто совершенно не умевших шить, маски в своем большинстве оказались непригодными и не достигающими цели. Причинами этого явилось, во-первых, то, что ни одна из изготовляющих организаций не знала толком, что от нее требуется, во-вторых, и сами организации отнеслись к делу чрезвычайно легкомысленно, допустив ряд грубых ошибок в конструкции масок. В погоне за количеством изготовленных противогазовых повязок совершенно не обращалось внимания на их качество. Маски Красного креста, поступившие на фронт, оказывались либо слишком малыми, либо слишком большими. Тесемки были плохо пришиты и быстро отрывались. Количество слоев марли, как правило, было весьма малым (пять-шесть) и совершенно недостаточным для эффективной защиты […] Очевидцы и участники событий того времени рассказывают, что уже после второй газовой атаки, произведенной немцами в том же районе, что и первая (в секторе Болимово - 50 км к западу от Варшавы), 23-24 июня (ст. ст.), стало вполне ясно, что маски совершенно не защищают от газов. Поэтому солдаты массами их бросали или «украшали» ими и прилагавшимися к ним бутылочками с пропитывающей жидкостью деревья» [8].

Русское общество в это время охватила «изобретательская лихорадка»: каждая общественная организация стремилась предложить свой тип масок. Личному составу русской армии для защиты от отравляющих веществ предлагались самые разные марлевые маски: комиссии генерала Павлова, а также Смоленского, Минского, Петроградского комитетов Союза городов, Московского комитета Земского союза, мастерских Северного фронта, мастерских Трындина, Горного института, и тому подобные. В результате такого «массового изобретательства» маски поступали на фронт без всякого предварительного их испытания в газовых камерах и проверки их действия, что приводило к всеобщей неразберихе. Войска теряли доверие к средствам противохимической защиты. Ситуация еще больше осложнялась тем, что при изготовлении пропитки была допущена грубая ошибка химического характера, делавшая защитные повязки не только бесполезными, но и усугублявшими последствия воздействия отравляющих веществ для их пользователей. Первоначально маски пропитывали гипосульфитом натрия без добавления соды. При реакции этого состава с хлором выделялось опасное вещество - «сернистый газ» или диоксид серы. Попадая в дыхательные пути вместе с воздухом, прошедшим через маску, он неизбежно приводил к трагическому исходу. Эта ошибка была обнаружена учёными-химиками Н.А. Шиловым и Б.М. Беркенгеймом, прибывшими на фронт и изучавшими обстоятельства гибели военнослужащих от последствий немецких газовых атак. По итогам их отчетов, а также исследования ученого-электрохимика Н.А. Изгарышева уже летом 1915 года рецепт пропитки изменили, в её состав была введена сода и глицерин (для предохранения маски от быстрого высыхания).

Тем временем, разнообразие отравляющих веществ стремительно увеличивалось: к примеру, немецкая армия к концу 1915 г., наряду с хлором, уже применяла фосген, хлорпикрин, иприт, люизит. В общей сложности, в ходе Первой мировой войны воюющие страны в качестве боевых отравляющих веществ применили свыше 50 различных токсичных соединений. Необходимо было срочно совершенствовать средства индивидуальной защиты: если от хлора достаточно было ватно-марлевого респиратора, смоченного раствором соды, то против других газов подобные влажные маски и даже маски с очками оказывались малоэффективными.

Устройства, защищающие органы дыхания, были известны в мире с середины XIX века: самые ранние образцы противогазов были разработаны американцем Льюисом Хаслеттом и англичанином Джоном Стенгаузом. Попытки изобрести универсальный противогаз предпринимались также в Германии, Австро-Венгрии, Италии и Франции, но все они к концу XIX в. зашли в тупик, так и не разрешив проблему создания фильтров, эффективно защищающих легкие от частиц дыма, аэрозолей и паров ядовитых веществ. К началу войны все эти приборы и приспособления оказались почти полностью забытыми.

В начале XX века в России применялись респираторы, изготовленные западноевропейскими фирмами: немецкие противопылевые и английские кислородные алюминиевые маски для работы на некоторых химических производствах, в горной промышленности, а также в пожарных и медицинских учреждениях. В то же время, в России начинают выпускаться собственные средства защиты: маска Кобрака, сделанная из батистовой ткани, кислородный прибор «Макеевка» с жидким воздухом горного инженера Левицкого и противопылевые маски, в которых защиту обеспечивала многослойная марля, пропитанная содой, губка или вата. Однако запросам военного времени такие приспособления не отвечали. Общее развитие конструирования респираторов во всех странах, в том числе в России, шло по пути от влажных масок-повязок к сухим противогазам [9].

Самой надежной и, вследствие этого, жизнеспособной моделью влажной маски в России оказалась маска Химического комитета при Главном артиллерийском управлении, сконструированная одним из наиболее активных работников в области противогазов в 1916-1918 гг. инженером Н.Т. Прокофьевым. Изделие состояло из 30 слоёв марли и содержало поливалентную пропитку, обеспечивавшую защиту от группы различных отравляющих веществ. Достоинствами этой маски являлись простой способ крепления и хорошо продуманная линия непроницаемости. Эти влажные маски применялись в комбинации с резиновым шлемом Кумманта, что повышало надёжность их работы. Маска Химического комитета ГАУ поступила в армию в конце 1916 года и оставалась на вооружении до конца войны. В 1917 году ею снабжались преимущественно тыловые части и учреждения.

Задолго до возникновения необходимости создания поливалентного противогаза, наряду с влажными масками в России появились разработанные различными организациями сухие противогазы. Русскими химиками в 1915 г. предложены три принципиальных подхода к конструированию эффективного фильтрующего патрона: натронная известь и уротропин в качестве химических поглотителей; активированный древесный уголь в качестве поливалентного неспецифического сорбента.

Создание армейского противогаза поручили специалистам Петроградского Горного института, интересы которого лоббировал принц А.Н. Ольденбургский. В июле 1915 г. они представили так называемый противогаз Горного института конструкции инженера А.А. Трусевича. В основу этого противогаза легли некоторые конструкции, ранее использовавшиеся в спасательном деле в горной промышленности: очки-консервы, маска с завязками на затылке, короткий шланг (полагалось зубами держать загубник), ведущий к квадратной коробке с поглощающей смесью - натронной известью (гашеная известь с едким натром). Модель признали перспективной. В сентябре натронную известь дополнили древесным углем. Идею использования угля позаимствовали у химика Н. Д. Зелинского, однако так как изобретатели противогаза не знали способа активации угля, то вплоть до весны 1916 г. они использовали для примеси к натронной извести обычный печной уголь. Серьезные конструктивные недоработки приводили к тому, что при дыхании человека гра-

нулированная смесь быстро окаменевала, создавая высокое сопротивление дыханию. Масса увеличивалась в объеме и коробки противогазов Горного института, вместо защиты от ядовитого воздуха вспучивались и лопались прямо во время газовых атак.

Высокое покровительство принца Ольденбургского позволило разработчикам Горного института пренебречь несколькими отрицательными заключениями экспериментальных комиссий, которые признали противогаз негодным. Так и не доработанный, но украшенный вензелями принца Ольденбургского, противогаз Горного института был произведен в количестве 3 500 000 штук и весной 1916 г. отправлен на фронт.

Проблема создания надёжного и мощного противогаза, который был бы способен длительное время противостоять ядам высокой концентрации была решена в России уже к концу лета 1915 года, то есть раньше, чем в других странах, которые участвовали в войне. Иной сорбент, простой и эффективный, ещё в июне 1915 года предлагал руководитель Центральной лаборатории Министерства финансов в Петербурге, профессор Николай Дмитриевич Зелинский. Он был первым среди русских ученых, кто с необычайной энергией взялся за разработку средств индивидуальной противохимической защиты. Горячее желание Зелинского во что бы то ни стало найти универсальное противоядие было связано не только с исполнением гражданского долга, но и с его биографией.

По существовавшей в XIX веке традиции молодые русские ученые обязательно проходили стажировку в передовых западноевропейских лабораториях. В 1884 году Н.Д. Зелинский окончил Новороссийский университет, был оставлен при нем и, на следующий год, как факультетский стипендиат, был командирован с научной целью за границу, в Германию. В течение двух лет (1885-1887) он занимался исследованиями в лабораториях профессора Йоганнеса Вислиценуса в Лейпциге и профессора Виктора Мейера в Гёттингене, где уделялось большое внимание вопросам теоретической органической химии. В Гёттингене Николай Дмитриевич работал над синтезом соединений тиофенового ряда. Незадолго до его приезда Виктор Мейер открыл тиофен (1883) и предложил молодому коллеге осуществить синтез тетрагидротиофена. И однажды, в процессе проведения опытов над колбой появился желтый дым, а в лаборатории распространился запах горчицы. Зелинский наклонился над колбой, после чего потерял сознание и упал на пол. Врач констатировал сильное общее отравление и ожог легких.

«В процессе работы над синтезом, - писал Зелинский, - мною приготовлен был промежуточный продукт - дихлордиэтилсульфид, оказавшийся сильным ядом, от которого я жестоко пострадал, получив ожоги рук и тела». Тогда на факт синтеза дихлордиэтилсульфида почти никто не обратил внимание, но позже, в Первую мировую войну это вещество получит зловещее название - «иприт» или «горчичный газ», а с ним и свою ужасную известность. Николай Дмитриевич Зелинский был первым химиком, получившим это сильнейшее отравляющее вещество, первым - тяжело пострадавшим от него, а впоследствии также первым - давшим действенную защиту от удушающих и ядовитых газов и спасшим сотни тысяч жизней своим универсальным угольным противогазом.

Начав работу над средствами защиты, Зелинский обратил внимание на сообщения с фронтов. Очевидцы газовых атак писали оттуда: «Однако некоторые спаслись. Один дышал через землю, другой обернул голову шинелью и лёг недвижимо». Большинство оставшихся в живых солдат прибегали к самым простым способам защиты от действия отравляющих веществ… Николай Дмитриевич, проанализировав подобные сообщения, пришел к выводу, что в основе действия защитных средств должна лежать не химическая реакция, а физико-химический процесс поглощения молекул газа и удерживания их за счет сил сцепления: то есть процесс адсорбции. Решение подсказали ранее выполнявшиеся опыты по очистке спирта-сырца от примесей: денатурирующие вещества самой различной природы почти все без исключения поглощались древесным углём. Известно, что 100 г угля, занимающего объем в 250 куб. см, имеют 2 500 млрд пор, при этом их общая поверхность составляет 1,5 кв. км. Исследования велись летом 1915 г. в Центральной лаборатории Министерства финансов. Первые опыты показали недостаточную для практических целей хлоремкость угля. Эксперименты с этим доступным, недорогим, но главное - весьма эффективным элементом, от работы с которым все сотрудники лаборатории ходили чёрными с головы до ног, от въедливой пыли продолжались. Уголь прокаливали, сортировали, измельчали, просеивали, взвешивали, отравляли и снова взвешивали. Проверяли способность различных видов углей поглощать газы, искали способы увеличения поглотительной способности угля. Снова и снова ставили эксперименты на способность поглотителя защитить органы дыхания человека от вредных газов. Николай Дмитриевич, испытывая способность различных сортов угля поглощать хлор, обнаружил, что так называемые «оживлённые угли» (вновь обожжённые после использования их для очистки спирта от следов сивушных масел) обладают повышенной активностью.

Н. Д. Зелинским был разработан способ активирования угля водяным паром и органическими веществами, сам термин «активированный уголь» также принадлежит ему. В результате этого открытия эффективность древесного угля была повышена до 60%. Каждое зерно активированного угля представляло собой лабиринт микроскопических каналов, в которых застревали частицы любого газа, когда он проходил через толщу угля. В то же время, кислород, который нужен для дыхания, сквозь уголь проходил беспрепятственно.

Первые испытания сотрудники лаборатории самоотверженно проводили на себе. В герметично закрытом помещении сожгли серу, и когда концентрация сернистого газа достигла величины, при которой в комнате без защитного средства находиться стало невозможно, в нее вошли Николай Дмитриевич и его помощники: В.С. Садиков и С.С. Степанов. Они плотно закрыли рот и нос платками, куда был насыпан прокаленный березовый уголь. Смертельный эксперимент закончился через 32 минуты: испытуемые благополучно вышли из импровизированной газовой камеры, фильтр и маска показали свою способность поглощать отравляющие вещества. Никто из них не испытывал при этом ни малейших неприятных ощущений. «Это была первая победа и одновременно начало тернистого мученического пути за техническое оснащение открытия, за создание на его основе противогаза для Русской армии» - написал впоследствии сын выдающегося химика, Андрей Николаевич Зелинский в статье, приуроченной к 100-летнему юбилею противогаза [10].

Выводы

Результаты этих исследований были направлены в Управление санитарной и эвакуационной части, курировавшее все работы по созданию защитных противохимических средств. Однако официальный ответ так и не последовал, поэтому в июне 1915 г. Н. Д. Зелинский доложил о результатах испытаний на заседании Санитарно-технического военного общества, располагавшегося в Соляном городке Санкт-Петербурга. Случилось так, что на докладе присутствовал инженер-технолог завода «Треугольник» Михаил Иванович Куммант, который предложил использовать для изготовления противогаза эластичную резиновую маску. Ее несомненным достоинством было то, что такая маска могла растягиваться и плотно прилегать к голове любого размера. Так появился противогаз Зелинского-Кумманта.

До настоящего времени противогаз Зелинского-Кумманта является самым надёжным и действенным средством в деле спасения органов дыхания и открытых частей тела от поражающих и губительных свойств химических веществ, применяемых на войне, во время работы на опасных для здоровья производствах и в периоды экологических катастроф.

Литература

1. Бакин А.Н., Рогожкин Ю.А., Горошкин М.В. «С моим противогазом не бойтесь! Он спасёт вас от любых газов». К 100-летию создания первого русского противогаза. // Военно-исторический журнал. - 2015. - № 12. - С. 41-45.

2. Гладких П. Ф. «Военная медицина императорской России в Первой мировой войне в 1914-1917 гг.» (2017). - С. 5-24.

3. Каминский Л.С. Санитарное состояние населения в 1914-1918 гг. и военные потери // Мед. и демограф. статистика. - М., 1974. - С. 125.

4. Назин И. С. «Санитарная служба русской армии в войне 1914–1917 гг.: Сб. документов» (Куйбышев, 1942). - 464 С.

5. Патыко А.А. Эпидемии в годы Первой мировой войны // Молодежный инновационный вестник. 2019. Т. VIII, прил. 1. С. 105.

6. Поляченко А.М. Земская медицина и медико-санитарная организация Русской Армии в годы первой мировой войны / Гигиена и санитария. 1969. № 11. С. 57.

7. Подпрятов Н.В., Поперечная А.Д. Некоторые проблемы медицинского обеспечения этнических формирований русской армии в годы Первой мировой войны // Власть. 2014. № 12. С. 160–164.

8. Супотницкий М.В., Петров С.В., Ковтун В.А. Влияние химического оружия на тактику и оперативное искусство Первой мировой войны (исторический очерк), часть 1 // Вестник войск РХБ защиты. 2017. Т. 1. № 1. С. 53 – 68.

9. Трошина Т. В. «Противоэпидемические мероприятия в годы Первой мировой войны: региональный аспект (на материалах Архангельской губернии)» (2020). - С. 84-92.

10. Шумилова Э.Е. Первая мировая война и уровень медицинского обслуживания населения в крупных городах Западной Сибири (1914-1917 гг.) // Вестник Том. гос. ун-та. История. 2016. № 2 (40). С. 24–30.

The history of the Zelinsky-kummant gas mask invention

Bulanova V.S.
Moscow Medical University Reaviz

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This article is devoted to the history of the creation of the Zelinsky-Kummant gas mask in Russia during the First World War, which became the main achievement in the world, as there had been no adequate protection against chemical weapons in the war. To this day, the Zelinsky-Kummant gas mask remains the most reliable and effective means of protecting the respiratory system and exposed parts of the body from the harmful effects of chemical substances used in weapons of mass destruction in war, during hazardous industrial operations, or during environmental disasters and emergencies. The article provides a detailed analysis of the events and facts that led to the rapid development of the Zelinsky-Kummant gas mask in its various modifications.

Keyword: Nikolai Alexandrovich Figurovsky, chemical weapons, anti-chlorine masks, special chemical service, medical and sanitary service, Lewis Haslett, John Stengaus, Nikolai Dmitrievich Zelinsky, Johannes Wislicenus, Victor Meyer, Zelinsky-Kummant gas mask.

References

1. Bakin A.N., Rogozhkin Yu.A., Goroshkin M.V. "Don't be afraid with my gas mask! It will save you from any gases." On the 100th anniversary of the creation of the first Russian gas mask. // Military History Journal. - 2015. - No. 12. - Pp. 41-45.
2. Gladkikh, P. F. "Military Medicine of Imperial Russia in the First World War in 1914-1917" (2017). - Pp. 5-24.
3. Kaminsky, L. S. "The Sanitary Condition of the Population in 1914-1918 and Military Losses" // Medical and Demographic Journal. statistics. - M., 1974. - P. 125.
4. Nazin I. S. "Sanitary Service of the Russian Army in the War of 1914–1917: Collection of Documents" (Kuybyshev, 1942). - 464 P.
5. Patyko A.A. Epidemics during the First World War // Youth Innovative Bulletin. 2019. Vol. VIII, app. 1. P. 105.
6. Polyachenko A.M. Zemskaya medicine and medical and sanitary organization of the Russian Army during the First World War / Hygiene and Sanitation. 1969. No. 11. P. 57.
7. Podpryatov N.V., Poperechnaya A.D. Some Problems of Medical Support for Ethnic Formations of the Russian Army during the First World War // Vlast. 2014. No. 12. Pp. 160–164.
8. Supotnitsky M.V., Petrov S.V., Kovtun V.A. The Influence of Chemical Weapons on the Tactics and Operational Art of the First World War (Historical Essay), Part 1 // Bulletin of the Chemical Defense Troops. 2017. Vol. 1. No. 1. Pp. 53-68.
9. Troshina T. V. "Anti-Epidemic Measures during the First World War: A Regional Aspect (Based on the Materials of the Arkhangelsk Province)" (2020). Pp. 84-92.
10. Shumilova E. E. The First World War and the Level of Medical Care for the Population in Major Cities of Western Siberia (1914-1917) // Bulletin of Tomsk State University. History. 2016. No. 2 (40). Pp. 24–30.

Геометро-кинематическая модель станочного зацепления зуборезного долбяка с гиперболоидной заготовкой

Воронцов Илья Борисович
аспирант, кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга, Луганский государственный университет им. Владимира Даля, sp207@yandex.ru

Рассмотрена задача синтеза исходной инструментальной поверхности зуборезного инструмента, производящая поверхность которого расположена на однополостном гиперболоиде вращения. Предложено выполнять формообразование такой поверхности не дисковой модульной фрезой, работающей в условиях точечного касания, а зуборезным долбяком, реализующим метод зуботочения. В основу формообразования положен второй способ Оливье, при котором поверхность зубьев долбяка принимается за жёсткую производящую поверхность, а гиперболоидная инструментальная поверхность определяется как её огибающая в относительном движении. Построена геометро-кинематическая модель станочного зацепления «зуборезный долбяк — гиперболоидная заготовка»: переходы между подвижными и неподвижной системами координат описаны матрицами четвёртого порядка, условие касания сопряжённых зубьев получено кинематическим методом как условие ортогональности вектора нормали и вектора относительной скорости скольжения. Показано, что независимый параметр, отвечающий перемещению вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперболоида, не вводит дополнительного независимого условия огибания, вследствие чего касание сохраняет линейный характер, а огибающая формируется непрерывно. Получены расчётные зависимости для радиуса горловины аксоида и угла наклона его прямолинейной образующей, определяющих настройку станочного зацепления. Выполнено сопоставление предлагаемой схемы с формообразованием дисковой модульной фрезой; показано, что переход к линейному касанию исключает зависимость погрешности профиля от величины подачи и обеспечивает воспроизведение теоретически точного профиля при последующем нарезании цилиндрических зубчатых колёс синтезированной производящей поверхностью.

Ключевые слова: зуботочение, зуборезный долбяк, однополостный гиперболоид, исходная инструментальная поверхность, второй способ Оливье, станочное зацепление, уравнение зацепления, двухпараметрическое огибание, матричные преобразования координат, линейное касание.

Цилиндрические зубчатые колёса остаются наиболее массовой деталью механических передач, и производительность их зубообработки во многом определяет себестоимость приводных узлов в целом. Среди методов, обеспечивающих непрерывное формообразование зубьев, особое место занимает зуботочение — схема, при которой ось режущего инструмента (зуборезного долбяка) скрещивается с осью заготовки, а скорость резания порождается относительным скольжением сопряжённых зубьев, обусловленным углом скрещивания осей. Известное более столетия, зуботочение получило практическое распространение лишь с появлением зубообрабатывающих станков с ЧПУ, электроприводы которых обеспечивают жёсткую электронную синхронизацию вращений инструмента и заготовки [7].

Самостоятельный класс задач образует проектирование зуборезных инструментов, производящая поверхность которых располагается не на цилиндре и не на конусе, а на однополостном гиперболоиде вращения. Интерес к таким инструментам объясняется тем, что аксоидами передачи со скрещивающимися осями являются именно однополостные гиперболоиды, а прямолинейность их образующих создаёт предпосылки для линейного касания инструмента и заготовки. Однако практическая реализация гиперболоидных инструментов сдерживается сложностью формообразования самой исходной инструментальной поверхности (далее — ИИП).

Традиционно ИИП такого рода получают дисковой модульной фрезой. Профиль фрезы копируется в нормальном сечении витка, а огибающая формируется дискретно — последовательностью положений режущей кромки, вследствие чего касание инструмента второго порядка и заготовки является точечным, а погрешность профиля определяется величиной подачи и подлежит компенсации на этапе доводки. Указанное обстоятельство ограничивает достижимую точность ИИП и, следовательно, точность колёс, нарезаемых впоследствии этим инструментом.

Настоящая работа посвящена обоснованию альтернативной схемы формообразования, в которой дисковая модульная фреза заменена зуборезным долбяком, а само формообразование выполняется методом зуботочения.

Цель работы — построение геометро-кинематической модели станочного зацепления «зуборезный долбяк — гиперболоидная заготовка», обеспечивающей линейный характер касания сопряжённых зубьев, и получение расчётных зависимостей, определяющих исходную инструментальную поверхность и настройку станочного зацепления. Для достижения цели решены задачи: сформулированы условия формообразования по второму способу Оливье; составлены матричные преобразования координат для скрещивающихся осей; получено уравнение станочного зацепления кинематическим методом; исследован характер касания в двухпараметрическом огибании; выполнено сопоставление с формообразованием дисковой модульной фрезой.

1 Теоретической базой исследования служат аналитическая теория зубчатых зацеплений и теория формообразования поверхностей резанием [1–5]. Способ получения исходной инструментальной поверхности базируется на втором способе Оливье, согласно которому одна из сопряжённых поверхностей принимается за жёсткую производящую, а вторая определяется как её огибающая в однопараметрическом относительном движении. Такая постановка принципиально отличается от первого способа Оливье, где обе поверхности порождаются одной вспомогательной производящей поверхностью и, как правило, оказываются в точечном касании.

Рассматривается непрерывное зацепление зубьев зуборезного долбяка — цилиндрического зубчатого колеса с конечным числом зубьев — с исследуемой гиперболоидной поверхностью. Тем самым исходная задача формообразования сводится к анализу механизма, в котором зубчатая пара находится в непрерывном станочном зацеплении, а ось долбяка скрещивается с осью гиперболоидной заготовки под углом Σ при кратчайшем межосевом расстоянии a_w.

Введены системы координат: S_1, жёстко связанная с зуборезным долбяком; S_2, связанная с гиперболоидной заготовкой; неподвижная система S_f, относительно которой задаются оба вращения. Поверхность зуба долбяка, описываемая его режущими кромками в процессе зуботочения, принимается известной и задаётся в системе S_1 вектор-функцией двух криволинейных параметров:

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_1(u;\ \theta) = \vec{r}_1(x_1;\ y_1;\ z_1), \qquad (u;\ \theta) \in G. \quad (1)$$

Витки формируемой поверхности и зубья инструментального колеса участвуют во вращательном движении, поэтому при повороте долбяка на угол φ_1 поверхность его зуба в неподвижной системе координат описывается уравнением

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_1(x_1;\ y_1;\ z_1;\ \varphi_1;\ \mu). \quad (2)$$

Соответственно виток инструментальной поверхности поворачивается на угол φ_2, а сама поверхность принимает вид

$$\vec{r}_2 = \vec{r}_2(x_2;\ y_2;\ z_2;\ \varphi_2;\ \mu). \quad (3)$$

Входящий в приведённые выражения параметр μ является независимым и отвечает прямолинейному перемещению вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперболоида. Физически это перемещение трактуется как относительное движение зуборезного долбяка и гиперболоидной заготовки при зуботочении. Варьирование двух независимых параметров φ и μ приводит к двухпараметрическому огибанию, в результате которого и формируется основная инструментальная поверхность.

Для отыскания профиля ИИП при анализе станочного зацепления инструмента и заготовки применён матричный аппарат преобразования координат. Он упорядочивает многократные переходы от подвижной системы координат к неподвижной и промежуточным, включая обратные преобразования. Переход представляется зависимостью

$$r_i = M_{ij}\, r_j, \quad (4)$$

где r_i; r_j — матрицы-столбцы радиусов-векторов одной и той же точки, записанные в системах координат S_i и S_j; M_{ij} — матрица перехода от j-й координатной системы к i-й.

Поверхность сопряжённых зубьев записывается матрицами четвёртого порядка

$$M_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (5)$$

которые позволяют не только переходить между координатными системами, но и учитывать смещение начала одной системы относительно другой; блок a_{kl} описывает поворот, столбец b_k — параллельный перенос. Результирующий переход от системы долбяка к системе заготовки получается как произведение элементарных матриц:

$$M_{21} = M_{2f}(\varphi_2)\, M_{f1}(\varphi_1;\ \Sigma;\ a_w;\ \mu). \quad (6)$$

Кинематическая связь вращений задаётся передаточным отношением станочного зацепления

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{z_2}{z_1}, \quad (7)$$

где z_1 — число зубьев долбяка; z_2 — число витков (заходов) формируемой гиперболоидной поверхности.

Вектор относительной скорости скольжения в точке контакта при скрещивающихся осях определяется выражением

$$\vec{V}^{(12)} = \left(\vec{\omega}^{(1)} - \vec{\omega}^{(2)}\right) \times \vec{r} + \vec{\omega}^{(2)} \times \vec{E}, \quad (8)$$

где $\vec{E}$ — вектор кратчайшего расстояния между осями, $\left|\vec{E}\right| = a_w$; $\vec{r}$ — радиус-вектор контактной точки.

Вектор нормали к производящей поверхности вычисляется через частные производные по криволинейным параметрам:

$$\vec{N} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial u} \times \frac{\partial \vec{r}}{\partial \theta}. \quad (9)$$

Уравнение станочного касания зуборезного долбяка, а следовательно и получаемой исходной инструментальной поверхности, с зубьями обрабатываемого цилиндрического колеса выведено кинематическим методом зацепления. Его содержание состоит в требовании ортогональности вектора относительной скорости и вектора нормали в точке контакта сопряжённых зубьев:

$$\vec{N}_i \cdot \vec{V}_i^{(12)} = 0, \quad (10)$$

где $\vec{N}_i$ — вектор нормали к сопряжённым поверхностям; $\vec{V}_i^{(12)}$ — вектор относительной скорости скольжения; индекс i указывает координатную систему, в которой заданы проекции векторов.

2 Эксплуатационные требования и условия формообразования. Проектируемый зуборезный инструмент должен обладать следующими эксплуатационными свойствами: простотой технологии изготовления; возможностью изготовления на серийном зубообрабатывающем станке с ЧПУ, оснащённом инструментальным суппортом для зуботочения зуборезным долбяком; высокой технологичностью конструкции и износостойкостью режущих кромок; обеспечением требуемой точности профиля.

Достижение перечисленных свойств обеспечивается тем, что в основу формообразования положен второй способ Оливье, порождающий пространственное станочное зацепление инструмента с заготовкой с линейным характером касания зубьев. При этом должны выполняться два условия.

1. Формообразование зубьев на однополостном гиперболоиде выполняется инструментальной поверхностью, геометрически тождественной поверхности зубьев цилиндрического зубчатого колеса. Роль такой поверхности играет зуборезный долбяк — инструментальное зубчатое колесо с конечным числом зубьев, ось которого скрещивается с осью гиперболоидной заготовки.

2. При последующем нарезании цилиндрических зубчатых колёс синтезированной производящей поверхностью относительные движения инструмента и заготовки должны быть теми же, что и на стадии формообразования самой гиперболоидной инструментальной поверхности.

Второе условие имеет принципиальное значение: именно тождественность кинематики на стадии формообразования ИИП и на стадии эксплуатации инструмента гарантирует, что нарезаемая эвольвентная поверхность будет воспроизведена без методической погрешности. По существу, гиперболоидная ИИП есть огибающая семейства положений поверхности зуба долбяка, а нарезаемое колесо — «обратная» огибающая этой ИИП; при совпадении относительных движений обе операции обратимы и композиция преобразований даёт тождественное отображение.

Уравнение исходной инструментальной поверхности

Совместное рассмотрение семейства поверхностей и условия зацепления приводит к системе, определяющей искомую гиперболоидную ИИП в системе координат заготовки:

$$\begin{cases} \vec{r}_2 = M_{21}(\varphi_1;\ \mu)\, \vec{r}_1(u;\ \theta), \\ f(u;\ \theta;\ \varphi_1;\ \mu) = \vec{N} \cdot \vec{V}^{(12)} = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Первое уравнение системы задаёт однопараметрическое (по φ_1) семейство положений производящей поверхности с параметром протяжённости μ; второе — уравнение станочного зацепления, выделяющее из каждого положения семейства характеристику, т. е. мгновенную линию контакта. Совокупность характеристик, отвечающих всем значениям φ_1 и μ, и образует исходную инструментальную поверхность.

Векторы скорости скольжения и нормали, входящие в уравнение зацепления, взаимно ортогональны при любом положении контакта. Нарушение этого условия означает, что сопряжённые зубья либо выходят из зацепления, либо внедряются друг в друга, что физически недопустимо.

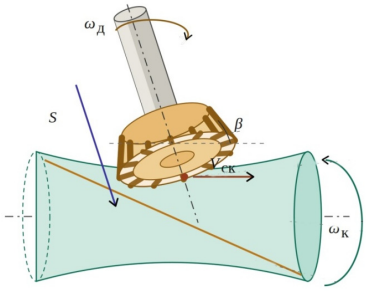


Рисунок 1 — Относительное движение зуборезного долбяка и гиперболоидной заготовки при зуботочении

Характер касания при двухпараметрическом огибании

Формально огибание по двум независимым параметрам требует выполнения двух условий: помимо уравнения зацепления, должно удовлетворяться условие

$$\vec{N} \cdot \vec{V}^{(\mu)} = 0, \qquad \vec{V}^{(\mu)} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial \mu}, \quad (12)$$

в котором $\vec{V}^{(\mu)}$ — скорость движения, отвечающего параметру μ. В общем случае наличие второго независимого условия сужает характеристику до точки, и касание становится точечным. В рассматриваемой схеме этого не происходит: вектор $\vec{V}^{(\mu)}$ направлен вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперболоида, которая целиком принадлежит формируемой поверхности и, следовательно, лежит в её касательной плоскости. Скалярное произведение обращается в нуль тождественно, второе условие огибания не является независимым, и характеристика сохраняет размерность линии. Параметр μ выступает при этом не как параметр огибания, а как параметр протяжённости, определяющий положение линии контакта вдоль оси заготовки.

Таким образом, условие зацепления выполняется одновременно во всех точках линии контакта, что и отличает пространственное станочное зацепление с линейным касанием от схем с точечным контактом: последнее удовлетворяет уравнению зацепления лишь в единственной точке, вследствие чего огибающая формируется дискретно, а погрешность профиля определяется величиной подачи. Оценка остаточной высоты гребешка при точечном касании даёт

$\Delta \approx \frac{S^2}{8\rho_{\text{пр}}}$, (13)

где S — подача на оборот заготовки; $\rho_{\text{пр}}$ — приведённый радиус кривизны сопряжённых поверхностей в контакте. Согласно этой зависимости, снижение погрешности вдвое требует уменьшения подачи приблизительно в $\sqrt{2}$ раз, т. е. точность при формообразовании дисковой модульной фрезой достигается только ценой падения производительности. Переход к линейному касанию снимает это противоречие: погрешность профиля перестаёт быть функцией подачи, а подача выбирается исходя из прочности режущих кромок и требуемой шероховатости.

Настройка станочного зацепления

Аксоидами станочного зацепления со скрещивающимися осями служат однополостные гиперболоиды вращения. Положение мгновенной винтовой оси относительно оси долбяка, а тем самым и радиус горловины аксоида, определяются из условия параллельности вектора относительной скорости и вектора относительной угловой скорости:

$r_{w1} = a_w \frac{1-i_{12}\cos\Sigma}{1-2\,i_{12}\cos\Sigma+i_{12}^2}$, $\quad r_{w2} = a_w - r_{w1}$. (14)

Угол наклона прямолинейной образующей аксоида (мгновенной винтовой оси) к оси долбяка составляет

$\operatorname{tg}\gamma_1 = \frac{\sin\Sigma}{i_{12}-\cos\Sigma}$. (15)

Полученные зависимости определяют настройку станка: значения a_w и Σ выбираются так, чтобы радиус горловины аксоида и угол наклона его образующей соответствовали параметрам проектируемой гиперболоидной ИИП. Отметим, что при $\Sigma \to 0$ выражение для r_{w1} вырождается в известное соотношение для цилиндрических аксоидов $r_{w1} = a_w z_1/(z_1 + z_2)$, что служит контролем корректности вывода.

Существенно, что при $\Sigma \neq 0$ относительное движение является винтовым, и составляющая относительной скорости, направленная вдоль мгновенной оси, порождает скорость резания:

$v_c = \left|\vec{V}^{(12)} \cdot \vec{e}_\omega\right|$, $\quad \vec{e}_\omega = \frac{\vec{\omega}^{(1)}-\vec{\omega}^{(2)}}{\left|\vec{\omega}^{(1)}-\vec{\omega}^{(2)}\right|}$. (16)

Именно этим и объясняется отсутствие в схеме зуботочения самостоятельного движения резания: скорость резания является следствием кинематики зацепления и регулируется углом скрещивания осей. С ростом Σ скорость резания увеличивается, однако одновременно ухудшаются условия работы режущих кромок вследствие изменения кинематических передних и задних углов, что определяет существование рационального диапазона Σ, устанавливаемого экспериментально.

Полученная модель показывает, что замена дисковой модульной фрезы зуборезным долбяком переводит формообразование гиперболоидной ИИП из класса схем с точечным касанием в класс схем с линейным касанием. Практические следствия этого перехода состоят в следующем. Во-первых, устраняется методическая погрешность профиля, связанная с дискретностью огибающей. Во-вторых, увеличивается суммарная длина активных режущих кромок, участвующих в резании одновременно, что при прочих равных условиях повышает производительность и снижает удельную нагрузку на кромку. В-третьих, обе операции — формообразование ИИП и нарезание колёс — выполняются на одном станочном оборудовании, оснащённом инструментальным суппортом для зуботочения, что упрощает технологическую подготовку производства. Ограничением схемы остаётся повышенная чувствительность зуботочения к погрешностям синхронизации приводов и к жёсткости технологической системы, что отмечается в работах по теории формообразования и по технологии зубообработки [6; 7].

3 Выводы

3. Обосновано применение зуборезного долбяка вместо дисковой модульной фрезы для формообразования исходной инструментальной поверхности, расположенной на однополостном гиперболоиде вращения; формообразование выполняется методом зуботочения на базе второго способа Оливье.

4. Построена геометро-кинематическая модель станочного зацепления «зуборезный долбяк — гиперболоидная заготовка»: переходы между системами координат описаны матрицами четвёртого порядка, а условие касания сопряжённых зубьев получено кинематическим методом в виде условия ортогональности вектора нормали и вектора относительной скорости скольжения.

5. Показано, что параметр μ, отвечающий перемещению вдоль прямолинейной образующей гиперболоида, не порождает независимого условия огибания, поскольку соответствующий вектор скорости лежит в касательной плоскости формируемой поверхности; вследствие этого касание сохраняет линейный характер, а огибающая формируется непрерывно.

6. Получены расчётные зависимости для радиуса горловины аксоида и угла наклона его прямолинейной образующей, определяющие настройку станочного зацепления; корректность зависимостей подтверждена предельным переходом к схеме с параллельными осями.

7. Установлено, что при линейном касании погрешность профиля исходной инструментальной поверхности перестаёт зависеть от подачи, тогда как при формообразовании дисковой модульной фрезой она пропорциональна квадрату подачи; тем самым снимается противоречие между точностью и производительностью формообразования.

Литература

1. Литвин Ф. Л. Теория зубчатых зацеплений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, 1968. 584 с.
2. Люкшин В. С. Теория винтовых поверхностей в проектировании режущих инструментов. М.: Машиностроение, 1968. 372 с.
3. Цвис Ю. В. Профилирование режущего инструмента. М.: Машгиз, 1961. 156 с.
4. Лашнев С. И., Юликов М. И. Расчёт и конструирование металлорежущих инструментов с применением ЭВМ. М.: Машиностроение, 1975. 392 с.
5. Родин П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием. Киев: Вища школа, 1977. 192 с.
6. Шевелева Г. И. Теория формообразования и контакта движущихся тел. М.: Изд-во МГТУ «Станкин», 1999. 494 с.
7. Калашников А. С., Моргунов Ю. А., Калашников П. А. Современные методы обработки зубчатых колёс. М.: Издательский дом «Спектр», 2012. 238 с.

Geometric and kinematic model of the machine-tool meshing between a gear shaper cutter and a hyperboloidal blank

Vorontsov I.B.
Volodymyr Dahl Luhansk State University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The paper deals with the synthesis of the generating surface of a gear cutting tool whose active surface is located on a hyperboloid of revolution of one sheet. It is proposed to form such a surface not with a disk modular milling cutter operating under point contact conditions, but with a gear shaper cutter implementing the power skiving method. The shaping procedure is based on Olivier's second method: the tooth surface of the shaper cutter is treated as a rigid generating surface, while the hyperboloidal tool surface is determined as its envelope in the relative motion. A geometric and kinematic model of the machine-tool meshing "gear shaper cutter — hyperboloidal blank" is developed: transitions between the movable and the fixed coordinate systems are described by fourth-order matrices, and the contact condition of the conjugate teeth is derived by the kinematic method as the orthogonality condition for the normal vector and the vector of relative sliding velocity. It is shown that the independent parameter corresponding to the displacement along the rectilinear generatrix of the one-sheet hyperboloid does not introduce an additional independent enveloping condition; consequently, the contact remains linear and the envelope is formed continuously. Design relations are obtained for the gorge radius of the axode and for the inclination angle of its rectilinear generatrix, which govern the setup of the machine-tool meshing. The proposed scheme is compared with shaping by a disk modular milling cutter; the transition to linear contact is shown to eliminate the dependence of the profile error on the feed value and to ensure reproduction of the theoretically exact profile when cylindrical gears are subsequently cut by the synthesized generating surface.

Keywords: power skiving, gear shaper cutter, one-sheet hyperboloid, generating tool surface, Olivier's second method, machine-tool meshing, equation of meshing, two-parameter enveloping, matrix coordinate transformations, linear contact.

References

1. Litvin F. L. Teoriya zubchatyh zaceplenij. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Nauka, 1968. 584 s.
2. Lyukshin V. S. Teoriya vintovyh poverhnostej v proektirovanii rezhushchih instrumentov. M.: Mashinostroenie, 1968. 372 s.
3. Cvis Yu. V. Profilirovanie rezhushchego instrumenta. M.: Mashgiz, 1961. 156 s.
4. Lashnev S. I., Yulikov M. I. Raschyot i konstruirovanie metallorezhushchih instrumentov s primeneniem EHVM. M.: Mashinostroenie, 1975. 392 s.
5. Rodin P. R. Osnovy formoobrazovaniya poverhnostej rezaniem. Kiev: Vishcha shkola, 1977. 192 s.
6. Sheveleva G. I. Teoriya formoobrazovaniya i kontakta dvizhushchihsya tel. M.: Izd-vo MGTU «Stankin», 1999. 494 s.
7. Kalashnikov A. S., Morgunov Yu. A., Kalashnikov P. A. Sovremennye metody obrabotki zubchatyh kolyos. M.: Izdatel'skij dom «Spektr», 2012. 238 s.

Оценка эффективности сорбционного извлечения ионов тяжелых металлов из модельных растворов

Гунько Роман Денисович
аспирант, Высшая школа управления природными ресурсами, Тихоокеанский государственный университет, 2018101216@ togudv.ru,

Ким Сун Бок
студент, Высшая школа управления природными ресурсами, Тихоокеан-ский государственный университет, 2022103328@togudv.ru

Представлены результаты сравнительной оценки эффективности трех промышленных сорбентов (активированный уголь БАУ-А, природный цеолит и композит С-ВЕРАД) для извлечения ионов Cu^{2+} (156–1250 мг/л) и Fe^{2+} (62,5–500 мг/л) из модельных растворов в режиме однократной колоночной фильтрации. Установлено, что максимальную сорбционную способность по обоим металлам демонстрирует композит С-ВЕРАД (91–97 %). Методом биотестирования на Avena sativa показана прямая корреляция между степенью очистки и снижением фитотоксичности: для Cu^{2+} отмечен переход от высокотоксичного к слаботоксичному классу. Для Fe^{2+} даже высокая степень извлечения не обеспечивает детоксикации, что свидетельствует о необходимости комбинированных схем. Предложены практические рекомендации по выбору сорбентов и двухступенчатой схеме очистки смешанных стоков для проектирования локальных очистных сооружений мостовых переходов автомобильных дорог.

Ключевые слова: поверхностный сток, мостовые переходы, локальные очистные сооружения, сорбция, ионы меди, ионы железа, колоночная фильтрация, фитотоксичность, биотестирование.

Введение и постановка проблемы

Среди приоритетных поллютантов водных экосистем особое место занимают соединения тяжелых металлов, к которым относятся медь, железо, цинк, свинец, кадмий, никель, хром и ртуть. Основными источниками поступления данных элементов в гидросферу являются сточные воды предприятий металлургического, машиностроительного и химического комплексов, а также гальванические производства. Существенный вклад в техногенную нагрузку вносит поверхностный сток с мостовых переходов автомобильных дорог, основными компонентами которого являются ионы меди (Cu^{2+}) и железа (Fe^{2+}) [1]. Генезис этих металлов связан с комплексом дорожно-эксплуатационных факторов: истирание тормозных колодок, коррозия металлических конструкций, механический износ дорожного покрытия и аэрозольные выбросы автотранспорта [2].

Критическая экологическая опасность ионов тяжелых металлов определяется их выраженной токсичностью, устойчивостью к естественной биодеградации, высокой миграционной способностью в водной среде и выраженным кумулятивным эффектом по отношению к гидробионтам и почвенным микроорганизмам. Это вызывает необходимость обязательного извлечения растворенных форм металлов на локальных очистных сооружениях (ЛОС) перед сбросом в водные объекты либо в системах оборотного водоснабжения. Вместе с тем, как показывает анализ технических решений, применяемых на мостовых переходах, существующие ЛОС преимущественно базируются на механических методах – отстаивании и гравийно-песчаной фильтрации. Данные технологии эффективны в отношении взвешенных веществ, однако не обеспечивают удаления ионов металлов, находящихся в истинно растворенном состоянии [3]. Это обуславливает объективную потребность в модернизации технологических схем очистки путем внедрения дополнительных сорбционных блоков, работающих в динамическом режиме фильтрации.

Сорбционная технология рассматривается как экономически обоснованный и аппаратурно доступный метод, позволяющий достичь высокой степени извлечения тяжелых металлов даже из концентрированных сред [4]. Тем не менее, подавляющее большинство опубликованных работ выполнено в статических условиях (периодическое перемешивание) с использованием модельных растворов, содержащих металлы в относительно низких концентрациях – менее 100 мг/л. В реальных же условиях эксплуатации, особенно при аварийных (залповых) сбросах или в зоне влияния промышленных агломераций, концентрации Cu^{2+} и Fe^{2+} могут достигать значительно больших значений [5], что кардинально меняет кинетику сорбции и требования к емкости фильтрующей загрузки.

Таким образом, сохраняется противоречие между широкой доступностью сорбционных материалов и недостаточной изученностью их динамической сорбционной емкости в условиях высоких нагрузок, приближенных к производственным условиям. В связи с этим настоящее исследование направлено на сравнительную оценку эффективности трех промышленных сорбентов различной природы: активированного угля марки БАУ-А, природного цеолита и композитного материала С-ВЕРАД. Выбор указанных образцов обусловлен их различной пористой структурой, поверхностно-химическими свойствами и стоимостью, что позволяет провести многокритериальный анализ.

Экспериментальная часть реализована в режиме однократной колоночной фильтрации, имитирующей работу стандартных фильтрующих патронов на действующих ЛОС мостовых переходов автомобильных дорог. В качестве модельных загрязнителей выбраны ионы Cu^{2+} (диапазон концентраций 156–1250 мг/л) и Fe^{2+} (62,5–500 мг/л), охватывающие как типичные, так и экстремальные уровни загрязнения поверхностного стока. Кроме того, в работе решается задача оценки фитотоксичности исходных и очищенных растворов с использованием стандартного биотеста на семенах овса (Avena sativa) [6]. Данный интегральный показатель позволяет количественно охарактеризовать экологическую безопасность очищенной воды с учетом возможного синергетического эффекта примесей, что является необходимым условием для выработки рекомендаций по внедрению сорбционной доочистки на объектах дорожной инфраструктуры.

Обзор ранее выполненных исследований. Среди существующих методов обезвреживания промышленных стоков сорбционные технологии занимают ведущее место, что обусловлено их высокой эффективностью при малых и средних концентрациях поллютантов, технологиче-

ской простотой реализации, экономической целесообразностью и возможностью извлечения ценных компонентов с последующей регенерацией сорбционного материала. Как правило, сорбцию применяют на завершающих стадиях очистки, когда основные массы загрязнений уже удалены физико-химическими или биологическими методами.

Современная теория сорбции включает понятия равновесной и динамической адсорбционной емкости, изотерм адсорбции, описывающих распределение адсорбата между жидкой фазой и поверхностью сорбента при постоянной температуре, а также кинетическими моделями, характеризующими скорость достижения адсорбционного равновесия [7]. Изучение сорбции в модельных растворах, содержащих один или несколько ионов металлов в контролируемых концентрациях, позволяет выявить фундаментальные закономерности, лежащие в основе разработки эффективных технологий очистки реальных многокомпонентных стоков. Механизм сорбции определяется совокупностью взаимосвязанных факторов, среди которых определяющее значение имеют природа сорбента, кислотность среды (pH), ионная сила раствора, природа и электрохимические характеристики металла. В общем случае сорбционный процесс представляет собой сочетание ионного обмена (преобладает на цеолитах), комплексообразования/хелатообразования (характерно для материалов с кислород- и азотсодержащими функциональными группами), физической адсорбции (на углеродных адсорбентах) и поверхностного осаждения. Доминирующий механизм определяется экспериментальными условиями, и его идентификация требует совместного анализа изотерм и кинетики сорбции [8].

В последние годы наибольшее количество исследований посвящено поиску недорогих и доступных сорбентов, способных конкурировать с традиционными промышленными марками по эффективности при меньших капитальных и эксплуатационных затратах. Лидирующие позиции занимают активированные угли благодаря развитой системе микро- и мезопор, высокой удельной поверхности (1000–1500 м²/г), химической стойкости в кислых и щелочных средах и возможности термической или химической регенерации [9]. Ионообменная емкость цеолитов определяется кремнеземным модулем, природой внекаркасных катионов и доступностью полостей для гидратированных ионов металлов. Широкое применение синтетических ионообменных смол, характеризующихся высокой обменной емкостью (до 5–7 мг-экв/г) и селективностью к определённым катионам, ограничивается их высокой стоимостью, чувствительностью к органическим загрязнениям и сложностью регенерации. Представляют интерес композиционные и модифицированные сорбенты нового поколения, к числу которых относится С-ВЕРАД – композит на основе модифицированного силикагеля с привитыми органическими лигандами. Активно исследуются органо-неорганические гибриды и сорбенты на основе отходов сельскохозяйственной переработки (рисовая шелуха, скорлупа орехов, косточки плодов) и целлюлозно-бумажной промышленности (лигнин, гидролизный лигнин), что позволяет реализовать принципы циркулярной экономики [10]. Промышленные сорбенты марок БАУ-А (из березовой древесины), БАУ-К (из косточковых плодов) и С-ВЕРАД находят применение в схемах доочистки неорганических производственных сточных вод благодаря доказанной эффективности в широком диапазоне pH и концентраций металлов [11].

Критериями обоснованного выбора сорбента являются: статическая и динамическая обменная емкость по конкретному металлу, селективность в присутствии конкурирующих катионов (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}) и комплексообразователей, стоимость материала и реагентов для регенерации, исходный уровень загрязнений, кислотность стоков, требования к остаточным концентрациям после очистки. Универсального сорбента для всех типов сточных вод не существует, решение в каждом конкретном случае принимается по результатам лабораторных экспериментов в статических или динамических условиях на реальных или модельных растворах с построением изотерм сорбции, кинетических кривых и определением времени защитного действия слоя.

Ключевыми направлениями дальнейших исследований являются: комбинирование сорбции с другими методами (мембранное разделение, электрохимическое осаждение) для повышения эффективности; разработка регенерационных методик, обеспечивающих многократное использование сорбентов без потери активности; масштабирование лабораторных разработок до опытно-промышленных установок с оценкой технико-экономических показателей [12, 13]. Решение этих задач позволит перейти от индивидуальных эмпирических подборов к научно обоснованному проектированию сорбционных систем очистки с прогнозируемыми характеристиками.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования выполнены на базе учебно-научной лаборатории Тихоокеанского государственного университета (ТОГУ). В качестве сорбционных материалов исследованы три промышленных образца различной природы: активированный уголь марки БАУ-А, природный цеолит (фракция 1–3 мм) и композитный сорбент «С-ВЕРАД» на основе термически вспученного вермикулита, модифицированного оксидами железа. Выбор данных материалов обусловлен их доступностью, различной удельной поверхностью и механизмом сорбции, что позволяет провести сопоставительный анализ эффективности в динамических условиях.

Для приготовления модельных растворов использовали кристаллогидраты квалификации «химически чистый» (ч.д.а.): сульфат меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и сульфат железа $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Растворы готовили на дистиллированной воде непосредственно перед экспериментом. Диапазон концентраций по каждому металлу выбран с учетом возможных залповых сбросов в зонах промышленных агломераций, прилегающих к мостовым переходам, и составил: для Cu^{2+} – 156, 312,5, 625 и 1250 мг/л; для Fe^{2+} – 62,5, 125, 250 и 500 мг/л. Указанные уровни на порядок превышают типичные концентрации, рассматриваемые в большинстве статических сорбционных исследований [14], что позволяет моделировать экстремальные условия эксплуатации фильтрующего оборудования.

Для моделирования процесса фильтрации в режиме однократного пропускания собрана лабораторная установка, сконструированная на основе модифицированной бутыли Вульфа, соединенной силиконовой трубкой с регулирующим зажимом для обеспечения точечной подачи раствора. Фильтрующая колонна представляла собой цилиндрическую емкость с перфорированным дном, в которую помещали сорбент. Сбор фильтрата осуществляли в градуированный приемник. Принципиальная схема установки детализирована в работе [15].

Масса навески сорбента подбиралась из условия достижения сопоставимой высоты фильтрующего слоя (≈3,5 см) для корректного сравнения гидравлического сопротивления и времени контакта: для активированного угля БАУ-А и композита «С-ВЕРАД» масса загрузки составила 30,0 г; для природного цеолита – 150,0 г. Увеличение массы цеолита обусловлено его существенно меньшей насыпной плотностью (≈0,6 г/см³ против ≈1,2 г/см³ у угля), что при равной массе привело бы к недопустимому уменьшению высоты слоя и, как следствие, сокращению эффективного времени взаимодействия.

Перед началом эксперимента сорбенты предварительно промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции промывной воды для удаления тонкодисперсных примесей. Исходный раствор заданной концентрации (объемом 500 мл) пропускали через колонну самотеком. Во всех опытах время контакта жидкой фазы с сорбентом (продолжительность фильтрации через слой) строго фиксировали и составляло 30 мин. Указанный временной интервал, с одной стороны, обеспечивает достаточную продолжительность для приближения к сорбционному равновесию в динамике, с другой – соответствует штатному режиму работы фильтрующих патронов локальных очистных сооружений мостовых переходов. Фиксация времени пролива позволила нивелировать влияние гидродинамических факторов и провести сравнительную оценку материалов в идентичных условиях. Каждый эксперимент (комбинация «сорбент – концентрация») выполнен в трех аналитических повторностях.

Оценку интегральной токсичности исходных и очищенных растворов проводили согласно ГОСТ Р ИСО 22030–2009 «Качество почвы. Биологические методы. Определение хронической фитотоксичности на высших растениях» с использованием семян овса посевного (Avena sativa L.), всхожесть которых составляла не менее 90 %. В качестве тест-субстрата применяли чернозем обыкновенный (pH водной вытяжки 7,7, естественная влажность 3 %), предварительно просеянный через сито с ячейкой 2 мм. В чашки Петри диаметром 90 мм, заполненные почвой на 2/3 объема, высевали по 20 семян на одинаковую глубину (≈0,5 см). Полив осуществляли однократно после посева путем внесения 10 мл исследуемой жидкости. В качестве отрицательного контроля (эталон сравнения) использовали дистиллированную воду. Опытные варианты включали: исходный раствор (без сорбции), а также фильтраты после обработки каждым из трех исследуемых сорбентов – для всех концентраций Cu^{2+} и Fe^{2+}. Каждый вариант представлен тремя параллельными чашками (биологическими повторностями). Инкубацию проводили в климатическом шкафу при температуре 22 ± 2 °C и естественном освещении. На 3-и сутки регистрировали энергию прорастания (долю семян, давших видимый корешок). На 7-е сутки производили финальный учет: извлекали проростки, измеряли длину корней и надземной части (стеблей) с точностью до 0,5 мм.

Статистический анализ результатов выполнен с использованием пакета Microsoft Excel (надстройка «Анализ данных»). Для каждой экспериментальной выборки, объединяющей результаты трех параллельных колоночных опытов и трех чашек Петри (общий объем выборки n = 9), рассчитывали среднее арифметическое ($\bar{x}$), стандартное отклонение

(SD), стандартную ошибку среднего (SEM) и коэффициент вариации (CV, %). Результаты в тексте и таблицах приведены как $\bar{x} \pm SD$. Оценку значимости различий между эффективностью сорбентов проводили с использованием критерия Стьюдента при уровне значимости p <0,05, с предварительной проверкой выборок на нормальность распределения.

Цель исследования – проведение сравнительной количественной оценки сорбционной способности трех промышленных материалов (БАУ-А, цеолит, С-ВЕРАД) по отношению к ионам Cu^{2+} и Fe^{2+} в широком концентрационном диапазоне в динамических условиях однократной фильтрации, а также установление корреляции между степенью очистки и снижением фитотоксичности тест-растворов.

Полученные результаты и их обсуждение

Эксперименты показали, что все три исследованных типа сорбента обеспечивают извлечение ионов меди из модельных растворов, однако эффективность и стабильность процесса существенно различаются в зависимости от природы сорбента и начальной концентрации металла. Наибольшая степень извлечения достигнута на синтетическом сорбенте С-ВЕРАД при максимальной концентрации (91,1 %), тогда как природный цеолит показывает наименьшую эффективность (13,74–72,21 %) и характеризуется наибольшей вариабельностью результатов. Активированный уголь БАУ-А демонстрирует стабильную работу во всем диапазоне концентраций, о чем свидетельствуют низкие коэффициенты вариации (CV = 3,2–7,0 %). Степень извлечения изменяется от 66,67 % до 82,65 % с максимумом при концентрации 625 мг/л (82,65 %). При увеличении концентрации до 1250 мг/л степень извлечения снижается до 74,61 %, что указывает на постепенное насыщение сорбционных центров угля. Минимальное стандартное отклонение (3,17–3,71) при концентрациях 312,5 и 625 мг/л свидетельствует о высокой воспроизводимости результатов. Остаточные концентрации меди после сорбции на БАУ-А возрастают от 52 до 317,33 мг/л при увеличении начальной концентрации от 156 до 1250 мг/л, что подтверждает исчерпание сорбционной ёмкости при высоких нагрузках. Природный цеолит характеризуется наименьшей эффективностью среди исследованных сорбентов. При концентрации 156 мг/л степень извлечения составляет лишь 13,74 %, а остаточная концентрация достигает 134,56 мг/л. Это указывает на то, что ионообменные центры цеолита в условиях короткого времени контакта не успевают полностью реализовать свой потенциал. Высокие коэффициенты вариации (CV = 13,7–20,2%) свидетельствуют о нестабильной работе природного материала, что объясняется гетерогенностью состава цеолита (различное содержание клиноптилолита в разных зернах) и медленной внутричастичной диффузией. При концентрации 1250 мг/л степень извлечения возрастает до 72,21 %, а коэффициент вариации снижается до 3,4 %, что связано с высокой движущей силой сорбции, нивелирующей кинетические ограничения. Синтетический композиционный сорбент С-ВЕРАД показывает наилучшие результаты среди исследованных материалов. При концентрации 1250 мг/л степень извлечения достигает 91,1 %, а остаточная концентрация составляет 111,33 мг/л. Важно отметить, что с ростом начальной концентрации эффективность С-ВЕРАД монотонно возрастает (от 26,92 % до 91,1 %), что указывает на специфический механизм хелатообразования, требующий определенной концентрационной движущей силы для полной реализации сорбционного потенциала. Коэффициенты вариации при концентрациях 312,5 и 625 мг/л минимальны (CV = 1,79–2,88%), что свидетельствует о высокой стабильности работы сорбента. При 156 мг/л CV = 2,0 % – также низкий показатель, что указывает на хорошую воспроизводимость даже при малых концентрациях.

Для железа наблюдается иная картина. Все три типа сорбентов демонстрируют высокую эффективность извлечения (70,26–96,85 %), однако различия в стабильности и механизмах сорбции существенны. Наибольшая степень извлечения достигнута на С-ВЕРАД при концентрации 500 мг/л (96,85 %), однако наиболее стабильную работу показывает цеолит при высоких концентрациях (CV = 3,2–6,4%). Активированный уголь БАУ-А показывает высокую степень извлечения железа (81,92–92,13 %) с максимумом при 500 мг/л (92,13 %). Однако коэффициенты вариации при низких и средних концентрациях чрезвычайно высоки (CV = 28,3–34,0%), что указывает на крайне нестабильную работу угля. Это связано с тем, что железо в водных растворах существует в двух валентных формах (Fe^{2+} и Fe^{3+}), причём Fe^{3+} склонен к гидролизу и образованию коллоидных частиц, которые задерживаются на угле нерегулярно. При концентрации 500 мг/л CV снижается до 10,7 %, что свидетельствует о стабилизации процесса при высоких нагрузках. Природный цеолит демонстрирует наиболее стабильную работу для железа. При концентрациях 250 и 500 мг/л коэффициенты вариации минимальны (CV = 3,2 % и 6,4 % соответственно), а степени извлечения достигают 87,36 % и 95,65 %. Остаточная концентрация при 500 мг/л составляет 21,77 мг/л, что является наилучшим показателем среди всех сорбентов для железа. Механизм ионного обмена на алюмосиликатном каркасе цеолита обеспечивает эффективное и стабильное связывание ионов железа, особенно при высоких концентрациях. При низких концентрациях CV повышается до 24,1–25,5 %, что связано с конкуренцией за обменные позиции. Синтетический сорбент С-ВЕРАД показывает максимальную степень извлечения железа при 500 мг/л – 96,85 %, что является наивысшим показателем среди всех исследованных сорбентов для железа. Коэффициенты вариации находятся в диапазоне 9,2–12,93 %, что указывает на умеренную стабильность. Однако остаточные концентрации (12,4–20,45 мг/л) выше, чем у цеолита при сопоставимых нагрузках. Это объясняется тем, что ионы железа (Fe^{2+}/Fe^{3+}) относятся к пограничным кислотам в классификации Пирсона и имеют меньшее сродство к мягким основаниям (тиольным группам С-ВЕРАД) по сравнению с медью, являющейся типичной мягкой кислотой.

Графики сравнения остаточных концентраций ионов меди и железа после сорбционной очистки на исследованных сорбентах приведены соответственно на рис. 1 и 2. Анализ представленных зависимостей показывает, что эффективность сорбентов существенно различается в зависимости от начальной концентрации, что требует дифференцированного подхода к выбору сорбента для конкретных условий очистки.

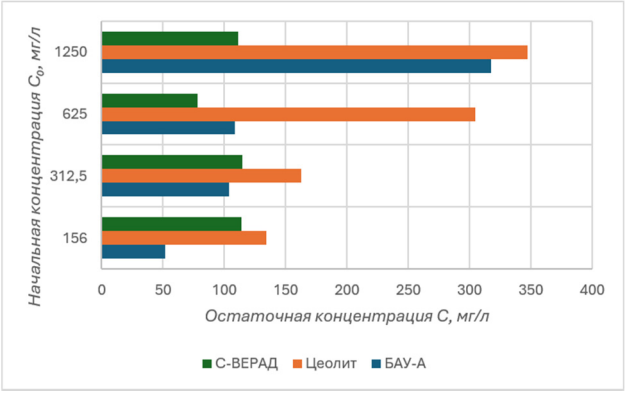


Рисунок 1 – Сравнение остаточных концентраций Cu^{2+} после сорбции

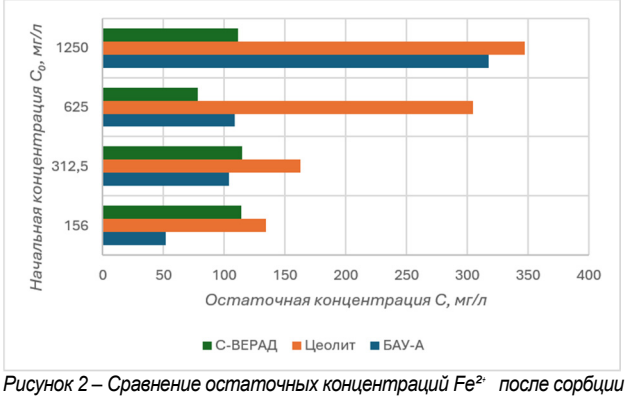


Рисунок 2 – Сравнение остаточных концентраций Fe^{2+} после сорбции

Для модельных растворов сульфата меди с исходными концентрациями 156, 312,5, 625, 1250 мг/л и сульфата железа с исходными концентрациями 62,5; 125; 250, 500 мг/дм³ проводили биотестирование исходных растворов и растворов после очистки каждым из трех типов сорбентов с использованием семян овса в качестве тест-объекта, а также расчет индекса токсичности корней, средней длины корней и эффекта торможения. Всего было поставлено 8 вариантов эксперимента: контроль (дистиллированная вода), исходный раствор $CuSO_4$, растворы $CuSO_4$ после очистки БАУ-А, цеолитом, С-ВЕРАД; исходный раствор $FeSO_4$, растворы $FeSO_4$ после очистки БАУ-А, цеолитом, С-ВЕРАД. Для каждого варианта использовали 3 чашки Петри по 20 семян в каждой. Закладку семян на проращивание и подсчет энергии прорастания или всхожести производили за одни сутки. Для визуальной оценки эффективности сорбционной очистки по восстановлению ростовых процессов проростков овса на рис. 3 представлено изменение длины корней в зависимости от концентрации меди в исходных и очищенных растворах.

Выявлено, что сорбционная очистка на активированном угле БАУ-А обеспечивает частичное восстановление ростовых процессов, однако эффективность существенно зависит от начальной концентрации меди. При концентрациях 156 и 312,5 мг/л длина корней достигает 14,8 и 14,2 см, что соответствует отсутствию фитотоксического эффекта. Однако

при увеличении концентрации до 625 мг/л эффективность БАУ-А резко снижается: длина корней составляет 5,5 см (индекс токсичности 14,3 %, недопустимая фитотоксичность), а при 1250 мг/л – 1,6 см (индекс токсичности 4,2 %). Данная закономерность указывает на исчерпание сорбционной ёмкости активированного угля при высоких концентрациях меди, что согласуется с результатами химического анализа, показавшими снижение степени извлечения с 82,65 % при 625 мг/л до 74,61 % при 1250 мг/л. Очистка на природном цеолите показывает наименее выраженное восстановление роста корней среди всех исследованных сорбентов. При концентрации 156 мг/л длина корней составляет 11,5 см (индекс токсичности 29,9 %, слабый фитотоксический эффект), при 312,5 мг/л – 10,4 см (22,9 %, средний фитотоксический эффект). При концентрациях 625 и 1250 мг/л длина корней снижается до 4,2 и 1,3 см (индекс токсичности 21,0 % и 4,4 %), что соответствует недопустимой фитотоксичности. Низкая эффективность цеолита по восстановлению ростовых процессов коррелирует с его невысокой сорбционной способностью по отношению к меди (степень извлечения 13,74–72,21 %), что обусловлено кинетическими ограничениями ионного обмена на алюмосиликатном каркасе в условиях короткого времени контакта. Наиболее эффективное восстановление роста корней достигается при использовании синтетического композиционного сорбента С-ВЕРАД. При концентрации 156 мг/л длина корней достигает 15,5 см, что свидетельствует о стимуляции роста относительно контроля (отрицательный эффект торможения). При 312,5 мг/л длина корней составляет 14,1 см (индекс токсичности 36,6 %, слабый фитотоксический эффект), при 625 мг/л – 12,2 см (31,7 %, также слабый фитотоксический эффект). Даже при максимальной концентрации 1250 мг/л длина корней достигает 3,9 см (индекс токсичности 10,2 %), что значительно превышает показатели, полученные после очистки на БАУ-А (1,6 см) и цеолите (1,3 см). Высокая эффективность сорбента С-ВЕРАД обусловлена механизмом хелатообразования с тиольными группами, обеспечивающим прочное связывание ионов Cu^{2+} (степень извлечения до 91,1 % при 1250 мг/л).

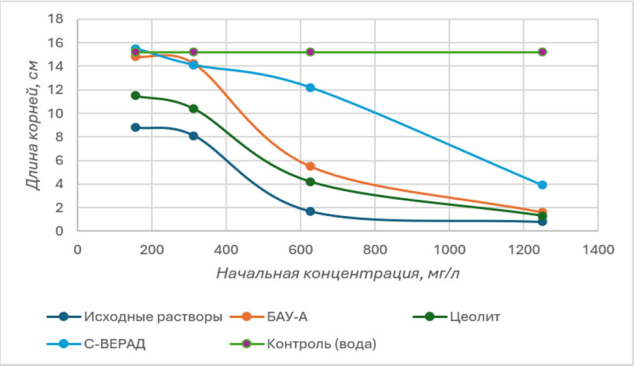


Рисунок 3 – Изменение длины корней овса под влиянием растворов меди различной концентрации до и после сорбционной очистки

Для визуальной оценки эффективности сорбционной очистки по восстановлению ростовых процессов проростков овса на рис. 4 представлено изменение длины корней в зависимости от концентрации железа в исходных и очищенных растворах.

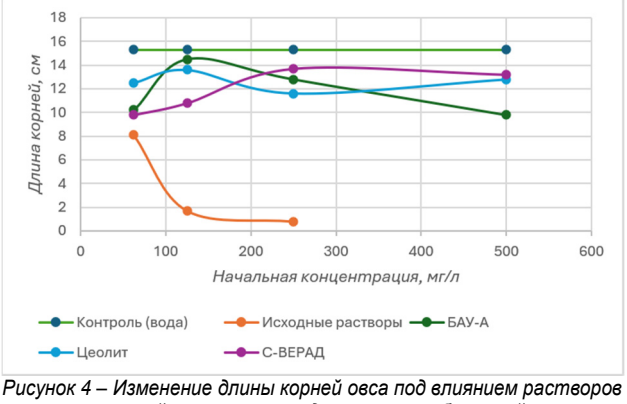


Рисунок 4 – Изменение длины корней овса под влиянием растворов железа различной концентрации до и после сорбционной очистки

Исходные растворы сульфата железа также проявляют фитотоксическое действие, однако его выраженность ниже, чем для меди. При концентрации 62,5 мг/л длина корней составляет 8,8 см, при 125 мг/л – 8,1 см. При концентрациях 250 и 500 мг/л длина корней снижается до 1,7 и 0,8 см. Таким образом, пороговая концентрация для железа, вызывающая переход в недопустимую фитотоксичность, также составляет 250 мг/л. После сорбционной очистки на цеолите для железа наблюдается стабильное восстановление роста корней во всём диапазоне концентраций: при 62,5 мг/л длина корней составляет 12,5 см, при 125 мг/л – 13,6 см, при 250 мг/л – 11,6 см, при 500 мг/л – 12,8 см. Цеолит является единственным сорбентом, обеспечивающим стабильный слабый фитотоксический эффект во всём диапазоне концентраций, что коррелирует с его высокой эффективностью по извлечению железа. Очистка на активированном угле БАУ-А для железа показывает переменные результаты: при 62,5 мг/л длина корней составляет 10,2 см, при 125 мг/л – 14,5 см, при 250 мг/л – 12,8 см, при 500 мг/л – 9,8 см. Нестабильность результатов БАУ-А для железа согласуется с высокими коэффициентами вариации (CV = 28,3–34,0%), что связано с переменным валентным состоянием железа и образованием коллоидных частиц. Очистка на С-ВЕРАД для железа также показывает стабильные, но менее выраженные результаты по сравнению с цеолитом: при 62,5 мг/л длина корней составляет 9,8 см, при 125 мг/л – 10,8 см, при 250 мг/л – 13,7 см, при 500 мг/л – 13,2. Таким образом, для железа наиболее стабильный слабый фитотоксический эффект обеспечивает цеолит, что делает его предпочтительным выбором для очистки железосодержащих стоков.

Выводы

1) По степени извлечения ионов меди (Cu^{2+}) и железа (Fe^{2+}) из высококонцентрированных растворов лидирующую позицию занимает композитный сорбент С-ВЕРАД (91,1 % и 96,85 % соответственно). При этом для Cu^{2+} выявлено преимущество сорбентов с развитой поверхностной химией (композит и активированный уголь), а для Fe^{2+} – сопоставимая эффективность цеолита (95,65 %), что указывает на доминирование ионообменного механизма в микропорах.

2) Фитотестирование подтвердило прямую корреляцию между остаточной концентрацией металлов и токсичностью. Только обработка раствора Cu^{2+} сорбентом С-ВЕРАД позволила перевести его из класса «чрезвычайно токсичный» в «слаботоксичный» (ИТ с 2,1 % до 10,2 %). Для Fe^{2+} даже при высокой степени извлечения (более 92 %) достичь безопасного уровня не удалось, что делает сорбцию в однократном режиме недостаточной для железосодержащих стоков и требует их дополнительной доочистки.

3) Для моностоков Cu^{2+} с концентрацией > 600 мг/л безальтернативно рекомендован сорбент С-ВЕРАД; при концентрациях до 300 мг/л допустима замена на экономически доступный активированный уголь БАУ-А. Для стоков, содержащих Fe^{2+}, все исследованные материалы могут применяться только как первая ступень очистки в комбинации с осаждением или мембранным разделением.

4) Для смешанных стоков (Cu^{2+} + Fe^{2+}) предложена оптимальная двухступенчатая технологическая схема очистки: первая ступень – С-ВЕРАД (обеспечивает извлечение обоих металлов более 91 %), вторая – БАУ-А (финишная доочистка от органических примесей). Такая конфигурация позволяет достичь синергетического эффекта за счет сочетания высокой емкости композита и развитой пористости угля.

5) Установленные количественные зависимости создают основу для расчета параметров сорбционных фильтров (ресурс загрузки, частота регенерации) и могут быть использованы при модернизации локальных очистных сооружений, а также для корректировки нормативов по глубине очистки от тяжелых металлов. В перспективе требуются исследования по десорбции и утилизации отработанных материалов, а также полупромышленная апробация рекомендованных схем.

Литература

1. Винокуров К. И., Крестьянинова А. Ю. Локальные очистные сооружения поверхностного стока на автомобильных дорогах и мостовых переходах // Экология и строительство. – 2019. – №. 4. – С. 42–52.

2. Андреев А. В., Свиридов В. В., Щиенко А. Н. Методы совершенствования технологии очистки стоков с автомобильных дорог //Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – 2017. – №. 1. – С. 146–150.

3. Винокуров К. И., Лазарев Ю. Г. Совершенствование технологии очистки поверхностного стока с мостовых переходов на автомагистралях //Путевой навигатор. – 2021. – №. 49. – С. 56–62.

4. Дубровская О. Г. и др. Перспективы применения высокоселективных сор-бентов в системах очистки карьерных вод //Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – №. 8 (146). – С. 7.

5. Мамченко, А.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов / А.В. Мамченко, Н.П. Шапкин // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 34–39.

6. Боева, М.К. Фитотестирование: методы и практическое применение / М.К. Боева // Экология промышленного производства. – 2021. – № 2. – С. 87–93.

7. Андреева, Н.М. Сорбционные методы очистки промышленных сточных вод / Н.М. Андреева, Л.К. Петрова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2020. – № 4. – С. 56–62.

8. Драгинский, В.Л. Технология улучшения качества воды методами сорбции / В.Л. Драгинский, Л.П. Алексеева, С.В. Гетманцев. – М.: Стройиздат, 2019. – 328 с.

9. Вавилин, В.А. Кинетика сорбции тяжелых металлов активированными углями / В.А. Вавилин, С.Н. Зайцева // Химия и технология воды. – 2019. – Т. 41. – № 3. – С. 112–118.

10. Родионова Д. С. и др. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов сорбентами, полученными из отходов переработки природного сырья //Advanced Science. – 2017. – №. 3. – С. 78–85.

11. Пролейчик А. Ю., Гапоненков И. А., Федорова О. А. Извлечение ионов тяжелых металлов из неорганических сточных вод //Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – №. 3. – С. 35–39.

12. Зайцев, В.А. Композиционные сорбенты для извлечения тяжелых металлов / В.А. Зайцев, Т.Б. Хрущева // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93. – № 5. – С. 687–695.

13. Калугин, А.В. Сорбция ионов меди природными и синтетическими сорбентами / А.В. Калугин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 456–463.

14. Лаптедульче Н. К., Дремичева Е. С. Сравнительная оценка эффективности сорбционной очистки сточных вод от тяжелых металлов //Вода: химия и экология. – 2014. – №. 12. – С. 81–87.

15. Волосникова Г. А., Цмокалюк Н. М., Гунько Р. Д., Шумилова А.С. Повышение эффективности работы локальных очистных сооружений поверхностного стока с мостовых переходов автомобильных дорог // Инновации и инвестиции. 2025. № 7. С. 698–702.

Evaluation of the efficiency of sorption extraction of heavy metal ions from model solutions

Gunko R.D., Kim S.B.
Pacific State University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This paper presents the results of a comparative evaluation of the efficiency of three industrial sorbents (activated carbon BAU-A, natural zeolite, and C-VERAD composite) for the removal of Cu^{2+} (156–1250 mg/L) and Fe^{2+} (62.5–500 mg/L) ions from model solutions in a single-pass column filtration mode. It was established that the C-VERAD composite exhibits the maximum sorption capacity for both metals (91–97 %). Biotesting using *Avena sativa* revealed a direct correlation between the degree of purification and the reduction of phytotoxicity: for Cu^{2+}, a transition from the highly toxic to the slightly toxic class was observed. For Fe^{2+}, even a high degree of removal does not ensure detoxification, indicating the need for combined treatment schemes. Practical recommendations are proposed for the selection of sorbents and a two-stage purification scheme for mixed wastewater, intended for the design of local treatment facilities at road bridge crossings.

Keywords: surface runoff, bridge crossings, local treatment facilities, sorption, copper ions, iron ions, activated carbon, zeolite, composite sorbent, column filtration, phytotoxicity, biotesting.

References

1. Vinokurov K. I., Krestyaninova A. Yu. Local treatment facilities for surface runoff on roads and bridges // Ecology and Construction. – 2019. – No. 4. – 42–52 P.

2. Andreev A. V., Sviridov V. V., Shchienko A. N. Methods for improving the technology of wastewater treatment from roads // Scientific Bulletin of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Series: High Technologies. Ecology. – 2017. – No. 1. – P. 146–150.

3. Vinokurov K. I., Lazarev Yu. G. Improving the technology of surface runoff treatment from bridge crossings on highways // Road Navigator. – 2021. – No. 49. – P. 56–62.

4. Dubrovskaya O. G. et al. Prospects for the use of highly selective sorbents in quarry water treatment systems // International Research Journal. – 2024. – No. 8 (146). – P. 7.

5. Mamchenko, A. V. Wastewater treatment from heavy metal ions / A. V. Mamchenko, N. P. Shapkin // Ecology and Industry of Russia. – 2021. – Vol. 25. – No. 3. – 34–39 P.

6. Boeva, M.K. Phytotesting: Methods and Practical Application / M.K. Boeva // Ecology of Industrial Production. – 2021. – No. 2. – Pp. 87–93.

7. Andreeva, N.M. Sorption Methods for Industrial Wastewater Treatment / N.M. Andreeva, L.K. Petrova // Water Supply and Sanitary Engineering. – 2020. – No. 4. – Pp. 56–62.

8. Draginsky, V.L. Technology for Improving Water Quality by Sorption Methods / V.L. Draginsky, L.P. Alekseeva, S.V. Getmantsev. – Moscow: Stroyizdat, 2019. – 328 p.

9. Vavilin, V. A. Kinetics of heavy metal sorption by activated carbons / V. A. Vavilin, S. N. Zaitseva // Chemistry and technology of water. – 2019. – Vol. 41. – No. 3. – P. 112–118.

10. Rodionova, D. S. et al. Wastewater treatment from heavy metal ions by sorbents obtained from waste from the processing of natural raw materials // Advanced Science. – 2017. – No. 3. – 78–85 P.

11. Proleychik, A. Yu., Gaponenkov, I. A., Fedorova, O. A. Extraction of heavy metal ions from inorganic wastewater // Ecology and industry of Russia. – 2018. – Vol. 22. – No. 3. – 35–39 P.

12. Зайцев, В.А. Композиционные сорбенты для извлечения тяжелых металлов / В.А. Зайцев, Т.Б. Хрущева // Журнал прикладной химии. – 2020. – Т. 93. – № 5. – С. 687–695.

13. Калугин, А.В. Сорбция ионов меди природными и синтетическими сорбентами / А.В. Калугин // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2019. – Т. 19. – № 4. – С. 456–463.

14. Лаптедульче Н. К., Дремичева Е. С. Сравнительная оценка эффективности сорбционной очистки сточных вод от тяжелых металлов //Вода: химия и экология. – 2014. – №. 12. – С. 81–87.

15. Волосникова Г. А., Цмокалюк Н. М., Гунько Р. Д., Шумилова А.С. Повышение эффективности работы локальных очистных сооружений поверхностного стока с мостовых переходов автомобильных дорог // Инновации и инвестиции. 2025. № 7. С. 698–702.

Энергоэффективность современных дата-центров по биоинформатике и биомедицине

Исаев Евгений Анатольевич
с.н.с., к.т.н., Институт математических проблем биологии РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН им. М.В. Келдыша РАН, is@itaec.ru,

Горбунов Александр Андреевич
старший преподаватель, Департамент Бизнес-информатики Высшая школа бизнеса, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», is@itaec.ru,

Демидов Лев Николаевич
к.т.н., доцент, доцент кафедры бизнес-информатики, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ldemidov@fa.ru,

Точилкина Татьяна Евгеньевна
к.т.н., доцент, доцент кафедры бизнес-информатики, факультет информационных технологий и анализа больших данных, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, TETochilkina@fa.ru

В статье рассматриваются энергоэффективность современных те дата-центров, специализирующихся на обработке биоинформатических и биомедицинских данных. Проанализированы особенности и требования к энергоэффективности, системам охлаждения и вычислительным мощностям. Рассмотрены показатели эффективности работы дата-центров, такие как PUE, CUE, WUE, и предложены методы их улучшения.
Ключевые слова: дата-центры, биоинформатика, биомедицина, энергоэффективность, PUE, CUE, WUE.

1. ВВЕДЕНИЕ

Дата-центры (центры обработки данных, ЦОД) становятся ключевым элементом инфраструктуры современной науки о жизни, обеспечивая исследователей необходимыми вычислительными мощностями и системами хранения [1]. Однако рост объемов данных в биологии и медицине ставит перед дата-центрами новые вызовы, связанные с энергоэффективностью, масштабируемостью и специализацией вычислительных ресурсов.

По оценкам экспертов, объем данных, генерируемых в области биологии и медицины, удваивается каждые семь месяцев [2]. Такой стремительный рост требует не только наращивания вычислительных мощностей, но и разработки новых подходов к организации дата-центров, оптимизации их энергопотребления и повышения эффективности обработки данных.

2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ДАТА-ЦЕНТРОВ

2.1. Показатели энергоэффективности

Энергоэффективность является критически важным аспектом современных дата-центров, особенно учитывая постоянный рост вычислительных потребностей в биоинформатике. Один из основных показателей энергоэффективности – *PUE* (Power Usage Effectiveness), который представляет собой отношение общего энергопотребления дата-центра к энергопотреблению ИТ-оборудования. Идеальное значение PUE равно 1.0, что означает, что вся потребляемая энергия используется для вычислений. На практике лучшие дата-центры достигают значений *PUE* около 1.1, в то время как среднее значение по отрасли составляет около 1.6.

$$PUE = \frac{\text{Общее энергопотребление дата-центра}}{\text{Энергопотребление ИТ-оборудования}}$$

CUE (Carbon Usage Effectiveness) измеряет количество выбросов углекислого газа, связанных с работой дата-центра, в расчете на единицу энергии, потребляемой ИТ-оборудованием [3]. Этот показатель становится все более важным в контексте глобальных усилий по снижению углеродного следа. Дата-центры, использующие возобновляемые источники энергии, могут достигать значений *CUE*, близких к нулю.

$$CUE = \frac{\text{Общие выбросы } CO_2 \left(\text{кг } CO_2\right)}{\text{Энергопотребление ИТ-оборудования} \left(\text{кВт·ч}\right)}$$

WUE (Water Usage Effectiveness) оценивает эффективность использования воды в дата-центре, особенно для систем охлаждения [4]. В регионах с ограниченными водными ресурсами этот показатель может быть критически важным. Современные дата-центры стремятся минимизировать использование воды, применяя альтернативные методы охлаждения и повторно используя воду в замкнутых циклах.

$$WUE = \frac{\text{Годовое использование воды } (\text{л})}{\text{Энергопотребление ИТ – оборудования} \left(\text{кВт·ч}\right)}$$

ERE (Energy Reuse Effectiveness) учитывает повторное использование энергии, например, для обогрева зданий или других целей. Этот показатель может быть особенно важен для дата-центров, расположенных в холодных климатических зонах, где избыточное тепло может быть эффективно использовано для обогрева.

$$ERE = \frac{\text{Общее энергопотребление} - \text{ Повторно используемая энергия}}{\text{Энергопотребление ИТ – оборудования}}$$

***Рис. 1.** Изменения PUE в дата-центрах для биоинформатики (2010-2023 гг.). Источник: анализ данных из 35 ведущих биоинформатических дата-центров.*

2.2. Энергоэффективные системы охлаждения

Системы охлаждения потребляют значительную часть энергии в дата-центрах, поэтому их оптимизация является ключевым фактором по-

вышения общей энергоэффективности. Свободное охлаждение использует холодный наружный воздух для охлаждения оборудования, что особенно эффективно в регионах с холодным климатом. Такой подход может значительно снизить энергопотребление систем охлаждения, так как требуется минимальное количество энергии для циркуляции воздуха.

Жидкостное охлаждение становится все более популярным для высокопроизводительных систем. При этом методе охлаждающая жидкость циркулирует непосредственно через или рядом с компонентами, такими как процессоры и графические карты, обеспечивая более эффективный теплоотвод, чем воздушное охлаждение. Это особенно важно для биоинформатических кластеров с высокой плотностью вычислительных ресурсов.

Адиабатическое охлаждение использует испарение воды для снижения температуры воздуха, что эффективно в условиях низкой влажности [5]. Этот метод требует меньше энергии, чем традиционные системы кондиционирования, но может потреблять значительное количество воды, что необходимо учитывать при оценке общей эффективности.

Погружное охлаждение представляет собой инновационный подход, при котором серверы полностью погружаются в диэлектрическую жидкость, которая эффективно отводит тепло [6]. Этот метод обеспечивает высокую эффективность теплоотвода и может значительно снизить энергопотребление систем охлаждения. Кроме того, он позволяет достичь очень высокой плотности размещения оборудования, что может быть важно для дата-центров с ограниченным пространством.

Формула для расчета эффективности системы охлаждения *CoP* (Coefficient of Performance):

$$CoP = \frac{\text{Отведенное тепло (кВт)}}{\text{Затраченная энергия (кВт)}}$$

Таблица 1

Сравнение эффективности различных систем охлаждения для биоинформатических дата-центров

Система охлаждения	Эффективность (кВт охлаждения/кВт энергии)	Капитальные затраты ($/кВт)	Операционные затраты ($/кВт/год)	Применимость для высокоплотных вычислений
Воздушное охлаждение с CRAC	0.9 – 1.2	1,800 – 2,500	400 – 600	Средняя
Свободное охлаждение	2.0 – 3.5	2,000 – 3,000	100 – 250	Низкая
Жидкостное охлаждение (closed-loop)	2.5 – 4.0	2,500 – 4,000	150 – 300	Высокая
Погружное охлаждение	3.0 – 5.0	3,000 – 5,000	100 – 200	Очень высокая
Адиабатическое охлаждение	1.8 – 2.8	2,200 – 3,200	200 – 350	Средняя
Геотермальное охлаждение	3.5 – 6.0	4,000 – 7,000	50 – 150	Средняя

Примечание: Данные получены на основе анализа 24 дата-центров, специализирующихся на биоинформатических вычислениях.

2.3. Использование возобновляемых источников энергии

Многие современные дата-центры стремятся минимизировать свое воздействие на окружающую среду, используя возобновляемые источники энергии. Солнечная энергия становится все более доступной и эффективной, что делает ее привлекательным выбором для дата-центров, расположенных в регионах с высоким уровнем солнечной радиации [7]. Крупные компании, такие как Google и Facebook, устанавливают солнечные панели для обеспечения части энергопотребления своих дата-центров.

Ветровая энергия также широко используется, особенно в регионах с высокой ветровой активностью. Некоторые дата-центры расположены вблизи ветровых ферм или даже имеют собственные ветрогенераторы. Комбинация солнечной и ветровой энергии может обеспечить более стабильное энергоснабжение, так как эти источники часто дополняют друг друга (солнечная энергия доступна днем, а ветровая может быть доступна и ночью).

Геотермальная энергия использует тепло земли для обогрева или охлаждения дата-центра [8]. Этот подход особенно эффективен в регионах с высокой геотермальной активностью, таких как Исландия, где многие дата-центры используют геотермальную энергию как для электроснабжения, так и для охлаждения.

Приливная энергия, хотя и менее распространена, может быть эффективным источником для дата-центров, расположенных в прибрежных районах с сильными приливами и отливами [9]. Эта технология все еще находится в стадии развития, но имеет потенциал для обеспечения стабильного и предсказуемого энергоснабжения.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках представленного исследования были проанализированы современные тенденции в развитии дата-центров с использованием энергоэффективных систем охлаждения и возобновляемых источников энергии.

В будущем дата-центры для биоинформатики будут играть все более важную роль в научных исследованиях и клинической практике, обеспечивая вычислительные ресурсы для персонализированной медицины, разработки новых лекарств и понимания фундаментальных биологических процессов. Оптимизация их работы и повышение эффективности является важной задачей, требующей междисциплинарного подхода и сотрудничества между специалистами в области биологии, информатики, энергетики и других областей [10,11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Navale V., Bourne P.E. Cloud computing applications for biomedical science: A perspective. *PLoS Comput. Biol*. 2018. V. 14. No. 6. Article No. e1006144. doi: 10.1371/journal.pcbi.1006144
2. Marx V. Biology: The big challenges of big data. *Nature*. 2013. V. 498. No. 7453. P. 255–260. doi: 10.1038/498255a
3. Patterson M.K. The effect of data center temperature on energy efficiency. In: *2008 11th Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems*. Orlando: IEEE, 2008. P. 1167–1174. doi: 10.1109/itherm.2008.4544393
4. Sharma R.K., Bash C.E., Patel C.D., Friedrich R.J., Chase J.S. Water efficiency management in datacenters: Metrics and methodology. In: *2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology*. Phoenix: IEEE, 2009. P. 1–6. doi: 10.1109/ISSST.2009.5156773
5. Ebrahimi K., Jones G.F., Fleischer A.S. A review of data center cooling technology, operating conditions and the corresponding low-grade waste heat recovery opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014. V. 31. P. 622–638. doi: 10.1016/j.rser.2013.12.007
6. Tuma P.E. The merits of open bath immersion cooling of datacom equipment. In: *2010 26th Annual IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium* (*SEMI-THERM*). Santa Clara: IEEE, 2010. P. 123–131. doi: 10.1109/stherm.2010.5444305
7. Goiri Í., Katsak W., Le K., Nguyen T.D., Bianchini R. Parasol and greenswitch: Managing datacenters powered by renewable energy. *ACM SIGARCH Computer Architecture News*. 2013. V. 41. No. 1. P. 51–64. doi: 10.1145/2490301.2451123
8. Oro E., Depoorter V., Garcia A., Salom J. Energy efficiency and renewable energy integration in data centres. Strategies and modelling review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. V. 42. P. 429–445. doi: 10.1016/j.rser.2014.10.035
9. Sharma N., Barker S., Irwin D., Shenoy P. Blink: Managing server clusters on intermittent power. *ACM SIGARCH Computer Architecture News*. 2011. V. 39. No. 1. P. 185–198. doi: 10.1145/2248487.1950389
10. Исаев Е.А., Корнилов В.В., Григорьев А.А. Моделирование эффективного датацентра: новый подход и роль искусственного интеллекта. *Математическая биология и биоинформатика*. 2023. Т. 18. № 1. С. 215–227. doi: 10.17537/2023.18.215
11. Назипова Н.Н., Исаев Е.А., Корнилов В.В., Первухин Д.В., Морозова А.А., Горбунов А.А., Устинин М.Н. Большие данные в биоинформатике. *Математическая биология и биоинформатика*. 2017. Т. 12. С. 102–115. doi: 10.17537/2017.12.102

Energy Efficiency of Modern Data Centers for Bioinformatics and Biomedicine

Isaev E.A., Gorbunov A.A., Demidov L.N., Tochilkina T.E.

Institute of Mathematical Problems of Biology of the Russian Academy of Sciences – branch of the M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, National Research University Higher School of Economics, Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article discusses the energy efficiency of modern data centers specializing in processing bioinformatics and biomedical data. It analyzes the features and requirements for energy efficiency, cooling systems, and computing power. The article also examines the performance indicators of data centers, such as PUE, CUE, and WUE, and suggests methods for improving them.

Keywords: data centers, bioinformatics, biomedicine, energy efficiency, PUE, CUE, WUE.

REFERENCES

1. Navale V., Bourne P.E. Cloud computing applications for biomedical science: A perspective. PLoS Comput. Biol. 2018. V. 14. No. 6. Article No. e1006144. doi: 10.1371/journal.pcbi.1006144
2. Marx V. Biology: The big challenges of big data. Nature. 2013. V. 498. No. 7453. P. 255–260. doi: 10.1038/498255a
3. Patterson M.K. The effect of data center temperature on energy efficiency. In: 2008 11th Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems. Orlando: IEEE, 2008, pp. 1167–1174. doi: 10.1109/itherm.2008.4544393

4. Sharma R.K., Bash C.E., Patel C.D., Friedrich R.J., Chase J.S. Water efficiency management in datacenters: Metrics and methodology. In: 2009 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology. Phoenix: IEEE, 2009, pp. 1–6. doi: 10.1109/ISSST.2009.5156773
5. Ebrahimi K., Jones G.F., Fleischer A.S. A review of data center cooling technology, operating conditions and the corresponding low-grade waste heat recovery opportunities. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. V. 31. P. 622–638. doi: 10.1016/j.rser.2013.12.007
6. Tuma P.E. The merits of open bath immersion cooling of datacom equipment. In: 2010 26th Annual IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium (SEMI-THERM). Santa Clara: IEEE, 2010, pp. 123–131. doi: 10.1109/stherm.2010.5444305
7. Goiri O., Katsak W., Le K., Nguyen T.D., Bianchini R. Parasol and greenswitch: Managing datacenters powered by renewable energy. ACM SIGARCH Computer Architecture News. 2013. V. 41. No. 1. P. 51–64. doi: 10.1145/2490301.2451123
8. Oro E., Depoorter V., Garcia A., Salom J. Energy efficiency and renewable energy integration in data centers. Strategies and modeling review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. V. 42. P. 429–445. doi: 10.1016/j.rser.2014.10.035
9. Sharma N., Barker S., Irwin D., Shenoy P. Blink: Managing server clusters on intermittent power. ACM SIGARCH Computer Architecture News. 2011. V. 39. No. 1. P. 185–198. doi: 10.1145/2248487.1950389
10. Isaev E.A., Kornilov V.V., Grigoriev A.A. Modeling an Efficient Data Center: A New Approach and the Role of Artificial Intelligence. Mathematical Biology and Bioinformatics. 2023. Vol. 18. No. 1. pp. 215–227. doi: 10.17537/2023.18.215
11. Nazipova N.N., Isaev E.A., Kornilov V.V., Pervukhin D.V., Morozova A.A., Gorbunov A.A., Ustinin M.N. Big Data in Bioinformatics. Mathematical Biology and Bioinformatics. 2017. Vol. 12. pp. 102–115. doi: 10.17537/2017.12.102

Анализ эффективности применения циклона для обеспечения безопасного проведения работ по производству лакокрасочных материалов

Кудухова Кристина Зурабовна
магистрант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, tina_gudieva@mail.ru

Одним из мероприятий по созданию здоровых и безопасных условий труда при производстве лакокрасочных материалов является локализация вредных веществ, в том числе порошкообразных компонентов рассматриваемых материалов, системами аспирации. Важное значение эффективное улавливание мелкодисперсной пыли имеет и с точки зрения охраны окружающей среды. Для очистки от пыли лакокрасочных материалов использованы циклоны ЦН-11-630, широко применяемые для очистки сухих газообразных выбросов с примесями взвешенных частиц, например, при сжигании топлива, сушке и т.п. В статье проанализирована эффективность применения циклона для обеспечения безопасного проведения работ по производству лакокрасочных материалов на основании результатов численного моделирования, проведенного в программном комплексе ANSYS Fluent.
Ключевые слова: Циклон, эффективность, предельно допустимые концентрации, взвешенные частицы, численное моделирование, горючие вещества, легковоспламеняющиеся вещества.

Введение

Один из ключевых факторов безопасности на производственных объектах является организация вентиляции и промышленного кондиционирования воздуха, так как в зданиях производственных объектов таких предприятий, как, например, производство лакокрасочных материалов, могут находится вещества, опасные для жизни и здоровья человека. При ведении технологического процесса сотрудники ежедневно сталкиваются с опасностью вредного воздействия вредных веществ на организм, поскольку в качестве сырья используются горючие и легковоспламеняющиеся жидкости (ГЖ и ЛВЖ). Кроме того, производство лакокрасочных материалов является взрывопожароопасным.

Требования к наличию систем вентиляции на таких объектах регулируются Федеральным Законом от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и нормативно-правовыми актами в области промышленной безопасности Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности от 07 декабря 2020 года №500 «Правила безопасности химически опасных производственных объектов» и Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности от 15.12.2020 г. №533 «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперабатывающих производств» [1-3].

Технологический процесс производства ЛКМ

На производственном объекте получают, используют и перерабатывают опасные вещества следующих видов согласно [1]: горючие легковоспламеняющиеся вещества, токсичные вещества и вещества, представляющие опасность для окружающей среды. Краткий перечень и характеристика выпускаемой продукции приведены в таблице 1, характеристика контролируемого опасного вещества – в таблице 2.

Таблица 1
Перечень и характеристика выпускаемой продукции

№п/п	Техническое наименование продукта	Наименование ТУ	Исходные материалы, сырье для производства
1	Огнезащитный состав ARBECOAT FIRE	ТУ 20.30.12-001-27415752-2020	− Антипирен: 2,4,6-Триамин 1,3,5-триазин; − Сополимер винилхлорида и винилацетата; − Графит (ρ=2230 кг/м^3, ∅=15 мкм); − Орто-Ксилол; − Наполнитель: Волластонит (ρ=2900 кг/м^3, ∅=17 мкм); − Стабилизатор пены: 2,2 Бис (гидроксиметил) пропанди-1,3-ол; − Пластификатор: хлорированные высшие парафиновые углеводороды; − Пигмент: титана диоксид (ρ=4235 кг/м^3, ∅=0,25 мкм); − Реологическая добавка: кремния диоксид (ρ=2600 кг/м^3, ∅=10 мкм) аморфный;

Таблица 2
Характеристика контролируемого опасного вещества

Опасное вещество	Характеристика опасного вещества	Температура вспышки	НКПРП	ВКПРП	Класс опасности ОВ [4]	ПДК р.з. мг/м^3 [5]
Орто-ксилол	ЛВЖ, пары образуют с воздухом взрывоопасные смеси	31 ºС/ 46 ºС	1,0 % об	6,7 % об	3	50,0

Условно процесс производства лакокрасочных материалов можно разделить на следующие технологические стадии: прием и дозирование сырья, приготовление полуфабриката в реакторе, приготовление замеса основы эмали в диспергаторе (диссольвере), диспергирование основы эмали в бисерной мельнице, фильтрование и слив в тару.

Принципиальная технологическая схема приведена на рисунке 1.

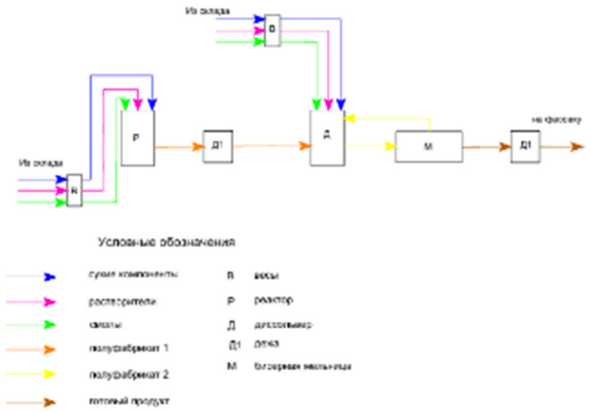


Рис.1. Принципиальная технологическая схема производства ЛКМ

Приготовление основы эмали и грунтовок производится в стационарном диссольвере (смесителе). В смеситель загружают жидкие компоненты и порошкообразный аэросил, в последующем добавляют различные пигменты и наполнители. По окончании процесса смешивания проводят процесс диспергирования в бисерной мельнице.

В качестве пигмента используют диоксид титана, плотностью 4235 кг/м^3, диаметром 0,25 мкм). Класс опасности 4.

Аэросил – высокодисперсный диоксид кремния (SiO_2), который получают в результате высокотемпературного гидролиза четыреххлористого кремния ($SiCl_4$). Его применяют для приготовления красок и лаков. Учитывая высокие адсорбционные свойства, аэросил используют как диспергатор. Плотность аэросила 50÷2600 кг/м^3, диаметр частиц 5÷10 мкм. Класс опасности 3. В данном технологическом процессе применяется в качестве добавки.

Основным порошкообразным материалом, который может негативно влиять на состояние воздушной среды в рабочей зоне помещения и окружающей среды, является диоксид титана. Учитывая также существенно более высокий уровень дисперсности пигмента, как наноматериала, в дальнейших исследованиях в качестве примеси учитывается именно диоксид титана.

На этапе приготовления замеса основы эмали в диспергаторе (диссольвере) при использовании порошкообразных компонентов во избежание повышения запыленности воздуха рабочей зоны предусмотрена система местной вытяжной вентиляции (аспирации). С целью снижения негативного влияния мелкодисперсной пыли с примесями химических веществ на окружающую среду в системе аспирации установлен циклон ЦН-11-630. Обычно циклон ЦН-11 используют для улавливания сухих взвешенных частиц из газообразных и пылевоздушных потоков от технологического оборудования. Известно эффективное применение таких циклонов в металлургии, при сжигании топлива, обжиге, сушке, производстве строительных материалов. В данной работе поставлена задача оценить эффективность циклона для улавливания многокомпонентной сухой пыли с примесью опасных химических веществ с использованием метода численного моделирования.

На рисунке 2 представлены габаритные размеры, технические характеристики циклона ЦН-11-630 [6].

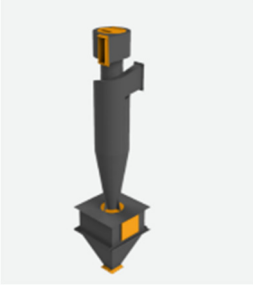


Рис.2. Циклон ЦН-11-630

Для обеспечения безопасности и благоприятных условий труда на производстве лакокрасочных материалов необходима установка смешанной системы вентиляции. Смешанная система вентиляции может включать в себя несколько видов приточных и вытяжных установок. Важным составляющим является также наличие общеобменной системы вентиляции, в задачи которого входит удаление поступивших в объем помещения вредных выделений от незащищенных местными отсосами источников вредных выделений.

Местные вентиляционные системы, удаляющие химически опасные вещества, сблокированы с пусковым устройством технологического оборудования и включаться и выключаются одновременно с диспергатором (диссольвером) в процессе приготовления замеса основы эмали [2].

При нарушении работы местной вытяжной системы вентиляции, в систему приточной вентиляции вместе с воздухом могут попадать опасные химические газы и пары, что нарушает требование [2].

Для эффективной работы циклона критически важно правильно подобрать скорости потока воздуха в различных зонах аппарата. Скорость во входном патрубке должна составлять 15-25 м/с для обеспечения необходимого вращательного движения и эффективного разделения частиц. В то же время оптимальная скорость в цилиндрической части циклона должна составлять 2,5-4,0 м/с.

В цилиндрической части циклона развивается вихревое движение. В циклоне скорость воздуха изменяется по участкам и зависит от расхода, геометрии сечения и режимов вихревого движения В зоне выходного патрубка и конуса скорость уменьшается по мере снижения диаметров. Однако вблизи выходного патрубка может сохраняться значительная скорость для удержания потока внутри циклона.

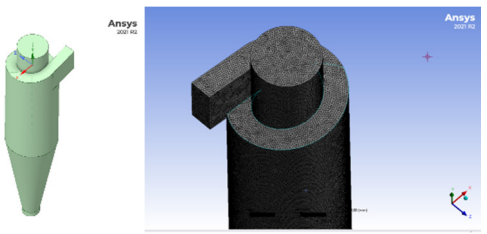
При скорости во входном патрубке 22 м/с оптимальная скорость в цилиндрической части циклона составила 3,5 м/с.

Численное моделирование циклона ЦН-11-630 в Ansys Fluent

Численному исследованию аэродинамики пылевоздушных потоков в циклонах посвящены работы [7-9], некоторые результаты получены автором [10-12]. Построение геометрической модели циклона, наложение на нее конечно-элементной сетки и моделирование вихревых процессов выполнено в программе Ansys Fluent. В качестве рабочего тела используется пылевоздушный поток. В таблице 3 представлены исходные данные для численного моделирования.

Таблица 3
Исходные данные для численного эксперимента

Наименование	Обозначение	Значение
Модуль Geometry. Граничные условия		
Вход пылевоздушного потока в циклон	Inlet	
Выход очищенного воздуха	Outlet	
Твердые стенки циклона	Wall	
Сетка конечных объемов. Ansys Workbench		
Display Style	Use Geometry Setting	
Defaults	Physics Preference — CFD	
	Element Size	10 мм
Sizing	Inflation Option — Smooth Transition	
	Transition Ratio	0,272
	Maximum Layers	5
	Inflation Algorithm	Pre
Количество элементов в сетке		1 364 446
Количество узлов		261 768
Ansys Fluent		
General	Gravity	9,81 м/с^2
Models	Multiphase — Eulerian	
Модель турбулентности	Комбинация Standard k-ε, Standard Wall Functions и Mixture	
Discrete Phase Model	Material — titanium	
	Diameter Distribution — Rosin–Rammler	
Point Properties	X-Velocity	22 м/с
	Stop time	0,5 с
	Temperature	298 K
	Total Flow Rate	1,4 кг/с
	Min. diameter	0,001 мм
	Max. diameter	0,1 мм
	Mean diameter	0,0505 мм
	Spread Parameter	3,5
	Number of Diameters	10



а) *б)*

Рис.3. Геометрическая модель (а) и модель с расчетной сеткой (б) циклона

На рисунке 3 представлены геометрическая модель и модель с построенной сеткой конечных объемов циклона ЦН-11-630. Максимальное сгущение сетки выполнено, в первую очередь, для входной зоны, в которой запыленный поток тангенциально закручивается с формированием вихревой области в кольцевом пространстве циклона. Оценка сходимости расчета приведена на рисунке 4.

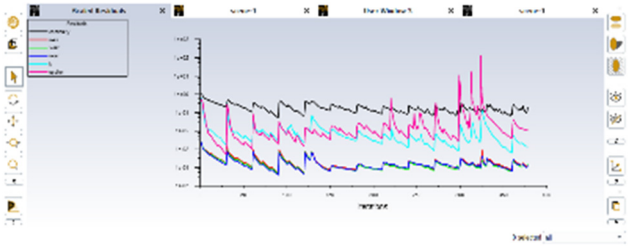
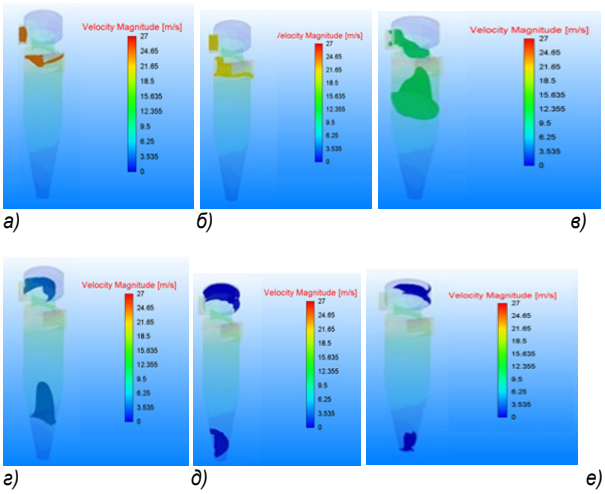


Рис.4. Процесс решения задачи

На рисунке 5 представлено формирование областей определенной скорости (22, 20, 15, 7, 5 и 3м/с) пылевоздушного потока. Выбран ряд характерных значений, которые могут быть подтверждены натурными экспериментами. Такое детальное рассмотрение процесса движения пылевоздушного потока позволяет выявить зоны, негативно влияющие на осаждение пылевых частиц химических порошкообразных материалов. Например, область скоростей движения пылевоздушного потока 5 и 3 м/с в нижней части показывает интенсивное перемещение частиц, что ухудшает их осаждение, особенно для высокодисперсной пыли. Повышенная скорость потока (рис.5.в) также способствует подъему частиц пыли из нижней части циклона, особенно размерами порядка 0,001мм. Такие же выводы можно сделать исходя из общей картины течения (рис.6), где имеет место крайняя неравномерность поля скоростей.



а) б) в) г) д) е)

Рис.5. Зоны определенных значений скоростей:
а) 22м/с; б) 20 м/с; в) 15 м/с; г) 7 м/с; д) 5 м/с; е) 3 м/с

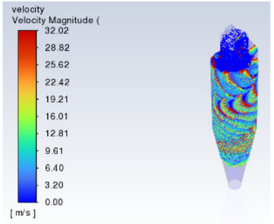


Рис.6. Распределение скорости в циклоне

Для оценки эффективности циклона выбран параметр Volume Fraction (объемная доля). Для поверхности inlet (вход) объёмная доля частиц равна $3{,}5716\times10^{-4}$, для поверхности outlet (выход) — $3{,}2102\times10^{-8}$.

Определение эффективности циклона рассчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{V(\text{вход}) - V(\text{выход})}{V(\text{вход})} \times 100\%$$

где $V(\text{вход})$ – объемная доля частиц на входе; $V(\text{выход})$ – объемная доля частиц на выходе.

Эффективность циклона ЦН-11-630 при диаметрах частиц от 0,001 мм до 0,1 мм и среднем диаметре частиц 0,0505 мм составила 99% (рис.7).

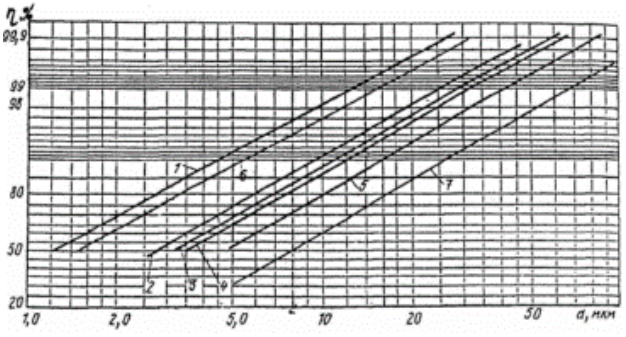


Рис.7. Фракционная эффективность очистки циклонов [6]:
1– СК-ЦН-34; 2–ЦН-11; 3 – ЦН-15; 4– ЦН-15у; 5 – ЦН-24; 6 – СДК-ЦН-33; 7 – СДК-ЦН-33-400

Результаты расчета соответствует данным завода-изготовителя [6].

Выводы

В результате расчета доказано, что эффективность очистки циклона при диаметрах от 0,001 мм до 0,1 мм и среднем диаметре частиц 0,0505 мм составила 99%. Несмотря на удовлетворительное соответствие результатов расчета, необходимо учитывать значительный диапазон размеров частиц. Для эффективного улавливания частиц размерами порядка 0,001мм необходимо использовать результаты численного моделирования для совершенствования конструктивных решений циклонов.

Литература

1. Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. **Приказ Ростехнадзора от 07.12.2020 № 500** «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Правила безопасности химически опасных производственных объектов».
3. **Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 533** «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности “Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств».
4. **ГОСТ 12.1.007-76.** Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. — Введ. 01.01.1977. — М.: Госстандарт СССР, 1976.
5. **СанПиН 1.2.3685-21.** Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2.
6. Приволжский завод газоочистного оборудования: Циклон ЦН-11-630: офиц. сайт. – URL: https://gas-cleaning.ru/product/ciklon-cn-11-630 (дата обращения (26.06.2026).
7. Ватин Н. И., Стрелец К. И. Очистка воздуха при помощи аппаратов типа циклон»: учебно-методическое пособие: – Санкт-Петербург: 2003 г. – 65 с.
8. Алексеев К. А., Мухаметзянова А. Г. Моделирование работы газового циклона в среде Ansys Fluent // Математическое моделирование технологических и социальных процессов. 2020. Т.6. с. 36-39.
9. Сугак А., Сугак Е. Центробежные пылеуловители и классификаторы. Моделирование, расчет, проектирование: учебное пособие: – Ярославль, ЯГТУ, 2012.
10. Кудухова К. З. Обоснование разработки системы вентиляции на опасном производственном объекте «Площадка производства лакокрасочных материалов» // Научный электронный журнал «Матрица научного познания», 2024. 12-1/2024. С. 71-75.
11. Кудухова К. З. Использование циклонов на опасном производственном объекте «Площадка производства лакокрасочных материалов» // Научный электронный журнал «Матрица научного познания», 2024. #5-1/2025. С. 61-65.
12. Кудухова К. З. Численное моделирование в климатических системах // Материалы Национального (всероссийского) симпозиума «Численное моделирование в климатических системах, 2025. С. 73-79.

Analysis of the effectiveness of using a cyclone in safe operations in the production of paints and varnishes

Kudukhova K.Z.
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

One of the measures to create healthy and safe working conditions in the production of paint and varnish materials is the localization of harmful substances, including the powdered components of the materials in question, using aspiration systems. Effective capture of fine dust is also important from an environmental protection perspective. To remove dust from paint and varnish materials, we use the CN-11-630 cyclones, which are widely used for cleaning dry gaseous emissions with suspended particles, such as those generated during fuel combustion, drying, and other processes. The article analyzes the effectiveness of using a cyclone to ensure safe work in the production of paints and varnishes based on the results of numerical modeling carried out in the ANSYS Fluent software package.
Keywords: Cyclone, efficiency, maximum permissible concentrations, suspended particles, numerical modeling, combustible substances, flammable substances.

References

1. Federal Law dated July 21, 1997 No. 116-FZ “On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities”.
2. Order of Rostekhnadzor dated 07.12.2020 No. 500 “On approval of the Federal norms and rules in the field of industrial safety “Safety rules for chemically hazardous industrial facilities”.
3. Order of Rostekhnadzor dated December 15, 2020 No. 533 "On approval of federal norms and rules in the field of industrial safety "General rules of explosion safety for explosion and fire hazardous chemical, petrochemical and oil refining industries".
4. GOST 12.1.007-76. Occupational safety standards system. Harmful substances. Classification and general safety requirements. — Introduced on 01.01.1977. — Moscow: USSR State Standard, 1976.
5. SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans: approved by Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021, No. 2.
6. Privolzhsky Plant of Gas Cleaning Equipment: Cyclone CN-11-630: official website. – URL: https://gas-cleaning.ru/product/ciklon-cn-11-630 (date of access (06/26/2026).
7. "Air Purification Using Cyclone-Type Devices": A Tutorial. Vatin N. I., Strelets K. I.: Strelets A. G.: Saint Petersburg: 2003. - 65 p.
8. Alekseev K. A., Mukhametzyanova A. G. Modeling of a Gas Cyclone in the Ansys Fluent Environment // Mathematical Modeling of Technological and Social Processes. 2020. Vol. 6. p. 36-39.
9. "Centrifugal dust collectors and classifiers. Modeling, calculation, design": textbook by Sugak A., Sugak E.: - Yaroslavl, Yaroslavl State Technical University, 2012.
10. Kudukhova K. Z. Justification of the development of a ventilation system at a hazardous industrial facility "Paint and Varnish Materials Production Site" // Scientific electronic journal "Matrix of scientific knowledge", 2024. 12-1/2024. pp. 71-75.
11. Kudukhova K. Z. Use of cyclones at a hazardous industrial facility "Paint and Varnish Materials Production Site" // Scientific electronic journal "Matrix of scientific knowledge", 2024. #5-1/2025. pp. 61-65.
12. Kudukhova K. Z. Numerical modeling in climatic systems // Proceedings of the National (All-Russian) Symposium "Numerical modeling in climatic systems, 2025. pp. 73-79.

К расчету гибридной сорбционно-конвективной системы климатизации

Кузнецов Евгений Витальевич
аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, kuzneczov97268@mail.ru

Исследованы процессы конденсации и обледенения в судовых радиопрозрачных укрытиях (полистирол-стекловолокно, 18,5 мм) при арктической навигации. Предложена не создающая радиопомех гибридная система микроклимата, объединяющая пассивную адсорбционную осушку и активный цокольный обогрев, формирующий тороидальный конвективный вихрь для плавления наружного льда.
Ключевые слова: микроклимат, обледенение, точка росы, силикагель, тороидальный вихрь.

Введение

Развитие круглогодичной навигации по трансокеанским маршрутам и Северному морскому пути требует обеспечения судов непрерывной спутниковой связью. Антенные посты, размещаемые на открытых палубах, подвергаются экстремальным воздействиям морской среды: значительным температурным градиентам (от +30 °С до -50 °С), ветровым нагрузкам и переохлажденным осадкам, что регламентируется соответствующими нормативными документами [1].

Для защиты приемо-передающей аппаратуры применяются радиопрозрачные укрытия (РПУ). Опыт эксплуатации показывает, что при отрицательных температурах наружного воздуха на внешней поверхности РПУ интенсивно образуется ледяной покров, а внутри объема, вследствие суточного «температурного дыхания» и инфильтрации морского воздуха через микротрещины в стыках, выпадает конденсат. Наличие воды и льда (обладающего высокой диэлектрической проницаемостью) на пути прохождения электромагнитных волн вызывает их затухание, рефракцию и деполяризацию, что приводит к критическому снижению качества связи.

Обеспечение требуемого температурно-влажностного режима (ТВР) внутри укрытий осложняется строгими требованиями электромагнитной совместимости. Интеграция традиционных систем прямого электрообогрева в структуру композитной оболочки в зоне прохождения радиолуча недопустима из-за создания критических электромагнитных помех. В связи с этим целью данного исследования является разработка энергоэффективного гибридного метода обеспечения микроклимата РПУ, исключающего генерацию радиопомех на основе принципов строительной теплофизики [2, 3].

Экспериментальные исследования. Объектом исследования выступает радиопрозрачное укрытие сферической формы с наружным диаметром D=1578 мм. Оболочка представляет собой монолитный конструкционный композит на основе полистирол-стекловолоконной матрицы с наружным защитно-декоративным слоем (гелькоутом). Полная толщина стенки купола составляет δ_{tot} = 18,5мм. Рассматриваемая оболочка обладает теплофизическими свойствами, приведенными в табл.1.

Таблица 1
Теплофизические характеристики слоев РПУ

Наименование слоя	Толщина δ, мм	Плотность ρ, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С)	Удельная теплоемкость с, Дж/(кг·°С)
1. Конструкционный композит (полистирол-стекловолокно)	17,5	1450	0,33	1200
2. Гелькоут (наружный защитный слой)	1	1200	0,2	1300

Термическое сопротивление глади композитной оболочки R_C (без учета поверхностной теплоотдачи) в соответствии с классической теорией теплопередачи [2] составляет:

$$R_C = \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} = \frac{0,0175}{0,33} + \frac{0,001}{0,20} = 0,0850 \ \text{м}^2 \cdot °\text{C} / \text{Вт} \quad (1)$$

При движении судна в условиях арктического ветра (v=20 м/с) коэффициент наружной конвективной теплоотдачи α_{ext} достигает 40-45 $Вт / м^2 \cdot °C$. Коэффициент внутренней теплоотдачи при свободной конвекции α_{int} в замкнутом объеме ограничивается значениями 5–6 $Вт / м^2 \cdot °C$ [3]. Общее сопротивление теплопередаче составляет $R_0 \approx$ 0,247 $Вт / м^2 \cdot °C$.

Анализ показывает, что собственное термическое сопротивление композита составляет около 23,5% от величины R_0. Конструкция обладает заметной тепловой инерцией, что обуславливает появление значительного температурного градиента между внутренней и наружной поверхностями при воздействии низких температур.

Механизмы для обеспечения работоспособности РПУ. Для предотвращения наружного обледенения необходимо поддерживать темпера-

туру внешней поверхности гелькоута $t_{w,ext} > +2°C$. Требуемая плотность теплового потока q в арктических условиях может достигать 500 Вт/м^2. С учетом термического сопротивления стенки, для создания такого потока перепад температур в теле композита составит:

$$\Delta t = q \cdot R_c = 500 \cdot 0{,}580 = 29°C$$

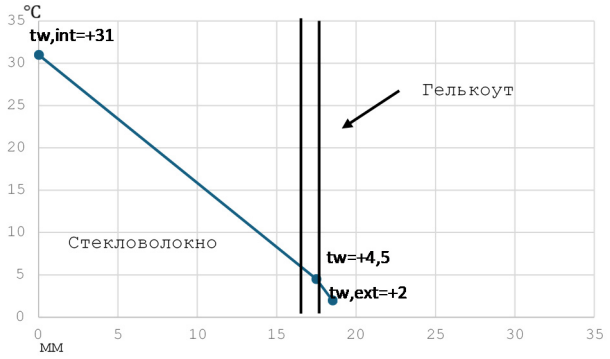


Рис.1. Распределение температур по толще оболочки купола при внешнем охлаждении

Это означает, что для таяния льда снаружи необходимо интенсивно нагревать внутреннюю поверхность купола. Однако повышение температуры внутреннего воздуха без контроля влажности при циклических перепадах температур («температурное дыхание» купола) приводит к резкому росту парциального давления пара. При последующем остывании оболочки, согласно термодинамическим закономерностям влажного воздуха [3], влага неминуемо выпадает в виде обильного конденсата на элементах антенны.

Гибридная сорбционно-конвективная система. В основании купола размещается сменная модульная кассета с влагопоглотителем (силикагелем КСМГ), кинетика адсорбции которого позволяет компенсировать диффузионное и конвективное влагопоступление [4]. Адсорбент поддерживает точку росы внутреннего воздуха стабильно ниже температуры самой холодной точки внутренней поверхности стеклопластика, исключая конденсацию. При регистрации риска внешнего обледенения активируется кольцевой термокабель, интегрированный в цокольное основание (вне зоны радиолуча). Отвод теплоты осуществляется посредством формирования направленной естественной конвекции. Учитывая сферическую геометрию РПУ и наличие центрального холодного тела (антенны), в соответствии с теорией гидрогазодинамики замкнутых полостей [5], инициируется тороидальный конвективный вихрь.

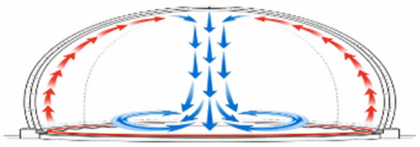


Рис. 2. Аэродинамическая схема тороидального свободно-конвективного течения в объеме РПУ

Вывод

Разработанная концепция гибридной сорбционно-конвективной системы комплексно решает проблему обеспечения микроклимата радиопрозрачных укрытий в арктических условиях без создания электромагнитных помех. Использование пассивного сорбционного блока полностью исключает внутреннюю конденсацию, а локальный цокольный обогрев формирует тороидальный вихрь, эффективно преодолевающий термическое сопротивление 18,5-мм композитной стенки для сброса наружного льда.

Литература

1. Правила классификации и постройки морских судов. Часть XI. Электрическое оборудование. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2023.
2. 2.Богословский В. Н. Строительная теплофизика. – М.: Высшая школа, 1982. – 415с.
3. 3.Лыков А. В. Тепломассообмен: Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.
4. Кельцев Н. В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
5. Остроумов Г. А. Свободная конвекция в условиях внутренней задачи. – М.: Гостехиздат, 1952. – 284 с.

Calculation of a hybrid sorption-convection climate control system

Kuznetsov E.V.
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The processes of condensation and icing in ship radio-transparent shelters (polystyrene-fiberglass, 18.5 mm) during Arctic navigation have been studied. A non-radio-interfering hybrid microclimate system has been proposed, which combines passive adsorption drying and active base heating to create a toroidal convective vortex for melting external ice.

Keywords: microclimate, icing, dew point, silica gel, toroidal vortex.

References

1. Rules for the Classification and Construction of Naval Vessels. Part XI. Electrical Equipment. – St. Petersburg: Russian Maritime Register of Shipping, 2023.
2. Bogoslovsky, V. N. Building Thermal Physics. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1982. – 415 p.
3. Lykov, A. V. Heat and Mass Transfer: A Handbook. – Moscow: Energiya, 1978. – 480 p.
4. Keltsev N. V. Fundamentals of Adsorption Technology. – Moscow: Khimiya, 1984. – 592 p.
5. Ostroumov G. A. Free Convection in the Internal Problem. – Moscow: Gostekhizdat, 1952. – 284 p.

Инверсная имитация защищённости как метод проактивной кибероборонь: концепция, реализация и эмпирическая валидация

Лычагин Юрий Александрович
магистрант, Институт прикладной математики и компьютерных наук, Национальный исследовательский, Томский государственный университет, urijlycagin168@gmail.com

Рассматривается задача раннего обнаружения целевых атак на корпоративную инфраструктуру на этапе разведки. Показано, что доминирующая в существующих deception-решениях парадигма имитации уязвимого узла обладает рядом ограничений: высокой ресурсоёмкостью, обнаруживаемостью по характерным признакам и сниженной эффективностью против современного вредоносного ПО (ВПО), оснащённого механизмами анти-анализа. Предложена и формализована концепция инверсной имитации защищённости, при которой ловушка демонстрирует признаки максимально защищённого узла (антивирус, EDR, средства анализа), обращая встроенные в ВПО механизмы избегания защищённых сред против самого ВПО. Разработан прототип на языке Go с централизованным управлением через Ansible и телеметрией в формате JSONL; описана оригинальная техника имитации процессов средств защиты через подмену argv[0] посредством /proc/self/exe. Проведена эмпирическая валидация подхода на пяти семействах реального Linux-ВПО: в экспериментальной группе отказ от выполнения зафиксирован в 53,3 % испытаний против 0 % в контрольной (66,7 % при исключении контрпримера без проверки окружения). Результаты подтверждают принципиальную реализуемость подхода.

Ключевые слова: технологии обмана, deception, honeypot, проактивная киберзащита, инверсная имитация защищённости, анти-анализ, EDR, APT, SIEM, MITRE ATT&CK.

Введение

Стремительное развитие информационных технологий сопровождается ростом числа и сложности целевых кибератак. Современные злоумышленники всё чаще предпочитают незаметно закрепиться в инфраструктуре на длительный срок, постепенно повышая привилегии и продвигаясь к ценным активам. Подобная модель поведения, известная как развитая постоянная угроза (Advanced Persistent Threat), требует пересмотра подходов к построению средств защиты [6]. Независимо от конечной цели большинство целевых атак проходит общий начальный этап — разведку инфраструктуры, на котором атакующий собирает сведения об архитектуре сети, средствах защиты и открытых сервисах.

Традиционные средства защиты - антивирусы, системы обнаружения вторжений, межсетевые экраны, решения классов EDR и XDR - работают преимущественно по реактивной модели: эффективно выявляя вредоносную активность по сигнатурам и поведенческим индикаторам, они почти не препятствуют пассивному сбору информации. Более того, сведения о конкретных средствах защиты сами по себе являются ценной разведывательной находкой, используемой для подбора методов их обхода. В этих условиях возрастает роль проактивных подходов, особое место среди которых занимают технологии обмана (deception) - создание в инфраструктуре намеренно ложных объектов и сервисов [7]. Поскольку легитимные пользователи не имеют причин обращаться к ловушкам, любое такое обращение с высокой вероятностью указывает на разведывательную или вредоносную активность.

Однако современное развитие deception в виде распределённых платформ (Distributed Deception Platform, DDP) наталкивается на ряд проблем: высокую ресурсоёмкость, ограниченную масштабируемость и обнаруживаемость по характерным признакам. Дополнительной проблемой является то, что современное ВПО всё чаще оснащается механизмами обнаружения песочниц и средств защиты, что снижает эффективность классических ловушек, имитирующих уязвимые системы [10]. Целью настоящей работы является разработка и экспериментальная проверка управляемого deception-решения, основанного на инверсной имитации защищённости узлов инфраструктуры.

1. Анализ существующих решений и постановка проблемы

В рамках исследования проведён сравнительный анализ отечественных (Xello Deception, HoneyCorn, AVSoft LOKI) и зарубежных коммерческих (Singularity Identity, Proofpoint Identity Threat Defense), а также открытых решений (DejaVu, Cowrie) [2, 3]. Анализ позволил выявить шесть общих недостатков, характерных для значительной части рынка:

1) высокое потребление ресурсов ловушками с высоким уровнем взаимодействия, ограничивающее плотность их размещения;

2) сложность централизованного управления большим числом ловушек;

3) обнаруживаемость ловушек по характерным артефактам и баннерам;

4) ограниченная масштабируемость на инфраструктуры с тысячами узлов;

5) концептуальная привязка к парадигме имитации уязвимого узла, теряющая эффективность против ВПО с механизмами анти-анализа;

6) недостаточная интеграция различных типов ловушек в рамках единой стратегии обмана.

Ключевым для настоящей работы является пятый недостаток. Современное ВПО, особенно используемое в целевых атаках, содержит модули анти-анализа, выполняющие проверку окружения перед запуском полезной нагрузки — анти-VM, анти-sandbox, анти-debug, а также проверку наличия известных антивирусов и средств EDR [10, 11]. При обнаружении подобных признаков вредоносный код либо не запускается, либо изменяет поведение. Именно эта особенность создаёт возможность для альтернативного подхода: вместо имитации уязвимости имитировать защищённость.

2. Концепция инверсной имитации защищённости

В основе предлагаемого решения лежит концепция инверсной имитации, представляющая собой принципиальный сдвиг в парадигме построения ловушек. Если классические honeypot-системы создают для

атакующего видимость уязвимого узла с устаревшим ПО и дефолтными учётными данными, то предлагаемая концепция строится на противоположном принципе, принципе создании видимости узла, максимально насыщенного современными средствами защиты. Когда атакующий или его автоматизированный инструмент обнаруживает на узле признаки развитой защиты, такие как: характерные процессы антивируса, артефакты файловой системы, служебные порты EDR и он с высокой вероятностью либо отказывается от атаки на данный узел, либо переходит к более простому ресурсу. В обоих случаях задача защиты решается.

Дополнительным преимуществом является асимметричный характер взаимодействия: любая попытка глубокого анализа узла-приманки оставляет следы, фиксируемые агентом. Атакующий, перечисляющий процессы антивируса или прощупывающий порты управления EDR, выдаёт характеристики своего инструментария, что является ценной информацией для аналитиков SOC. Концепция органично сочетается с классическими honeypot в рамках композитной инфраструктуры обмана: часть узлов отталкивает опытных атакующих и selective-malware, в то время как часть привлекает массовое автоматизированное сканирование.

Научная новизна работы определяется следующими взаимосвязанными аспектами. Во-первых, формализована концепция инверсной имитации защищённости как самостоятельный класс deception-механизмов, противопоставленный классическому имитированию уязвимости. Во-вторых, предложена техника имитации процессов защитного ПО через повторный запуск собственного бинарного файла через /proc/self/exe с подменой argv[0]. В-третьих, предложена архитектура централизованного управления через универсальное средство Ansible вместо проприетарных систем. В-четвёртых, разработан унифицированный формат телеметрии JSONL, обеспечивающий прямую интеграцию с SIEM-системами. В-пятых, предложена концепция композитного развёртывания, при которой одновременно функционируют ловушки с инверсной имитацией и классические honeypot.

3. Архитектура и программная реализация прототипа

Архитектура построена по принципу централизованного управления и распределённого исполнения. Управляющий узел с Ansible Controller хранит инвентарь, роль развёртывания и шаблоны конфигураций; управляемые узлы несут Go-агент в виде systemd-службы. Агент является единым статически скомпилированным бинарным файлом без внешних зависимостей. Выбор языка Go обусловлен статической компиляцией, встроенной кросс-компиляцией, моделью параллельного выполнения через горутины и низкими накладными расходами [14]. Эмуляция средств защиты охватывает три плоскости: файловую систему, перечень процессов и сетевые службы.

3.1. Имитация процессов через подмену argv[0]

Одной из ключевых техник, применённых в агенте, является имитация процессов средств защиты через повторный запуск самого агента под изменённым именем. Техника основана на возможности процесса запустить собственный исполняемый файл через интерфейс /proc/self/exe с произвольным значением первого аргумента argv[0]. Имя процесса в выводе утилит ps и top, а также в /proc/<pid>/comm определяется именно значением argv[0], что позволяет создавать процессы с произвольными именами, не имея доступа к реальным бинарным файлам имитируемого ПО (листинг 1).

```
func spawnFakeProcesses(ctx context.Context, cfg *Config, tel *Telemetry) {
    selfExe, _ := os.Readlink("/proc/self/exe")
    for _, p := range cfg.FakeProcs {
    cmd := exec.CommandContext(ctx, selfExe, "--child", strconv.Itoa(p.SleepEvery))
    cmd.Args[0] = p.Argv0 // подмена имени процесса
    cmd.SysProcAttr = &syscall.SysProcAttr{Setpgid: true}
    if err := cmd.Start(); err != nil { continue }
    tel.emit("system", "fake_proc_started",
    map[string]any{"name": p.Name, "pid": cmd.Process.Pid})
    }
    }
```

Листинг 1 — Имитация процессов средств защиты через подмену argv[0]

Дочерний процесс запускается с флагом --child, по которому агент распознаёт режим работы и переходит в бесконечный цикл с заданной периодичностью, формируя наблюдаемый «признак жизни» активного защитного агента. Имитация файловых артефактов выполняется созданием каталогов и файлов-заглушек, характерных для антивирусных решений, а сетевые ловушки — развёртыванием TCP/UDP-слушателей с обработчиками поведения (административная веб-панель, базы данных, telnet-баннер, TLS-приветствие). Реализация следует принципу «безопасность по умолчанию»: реальная функциональность не предоставляется, что исключает использование ловушки как точки развития атаки.

3.2. Телеметрия и интеграция с SIEM

Подсистема телеметрии фиксирует все значимые события в формате JSONL. Каждое событие самодостаточно и содержит метку времени (RFC 3339), идентификатор агента, категорию и тип события и набор контекстных полей. События категории decoy рассматриваются как индикатор вредоносной активности, поскольку легитимный трафик к ловушкам отсутствует. События доставляются в SIEM несколькими способами: прямой передачей по HTTP, через промежуточные агенты сбора (Filebeat, Vector) или выделенный коллектор с обогащением [16, 17]. Маппинг событий на матрицу MITRE ATT&CK (T1595 Active Scanning, T1110 Brute Force, T1190 Exploit Public-Facing Application) обогащает аналитическую ценность собираемых данных [8, 9]. Развёртывание осуществляется Ansible-ролью honeyagent с идемпотентными операциями и индивидуальными конфигурациями из шаблонов Jinja2, что затрудняет распознавание агентов по идентичности конфигураций.

4. Эмпирическая валидация на образцах ВПО

Ключевой тезис работы, тезис о способности инверсной имитации защищённости вызывать прекращение активности реальных образцов ВПО — проверен в ограниченном контролируемом эксперименте в изолированной лабораторной среде. Стенд состоит из целевой ВМ (Ubuntu Server 24.04 LTS с развёрнутым агентом) и управляющей ВМ с пакетом INetSim для эмуляции внешних сервисов (DNS, HTTP, SMTP, IRC). Поведение образцов фиксировалось средствами auditd, strace, sysmon-for-linux и tcpdump; между запусками целевая ВМ откатывалась на чистый снимок.

Тестовый набор сформирован из пяти семейств Linux-ВПО с задокументированной логикой проверки окружения (источники — MalwareBazaar и vx-underground): вариант Mirai/Gafgyt, XOR.DDoS, HiddenWasp, Linux-вариант шифровальщика Cl0p и дроппер криптомайнера на базе XMRig. Образец Cl0p включён сознательно как ожидаемый контрпример — он не выполняет проверки окружения. Методика построена по схеме контролируемого сравнения: в контрольной группе образец запускался без активного агента, в экспериментальной — с активным агентом, формирующим инверсные артефакты защищённости. Каждый образец прогонялся по три раза в каждой группе, всего 30 испытаний (5×2×3). Исход квалифицировался как «отказ от выполнения» при преждевременном завершении процесса (до 60 с) при отсутствии C2-контакта, шифрования и иной характерной активности.

Таблица 1

Число исходов «отказ от выполнения» (из 3 повторений на условие)

Семейство ВПО	Контроль	Эксперимент	Δ
Mirai/Gafgyt (вариант)	0 / 3	2 / 3	+2
XOR.DDoS	0 / 3	1 / 3	+1
HiddenWasp	0 / 3	3 / 3	+3
Cl0p (Linux)	0 / 3	0 / 3	0
Cryptominer (XMRig-dropper)	0 / 3	2 / 3	+2
Итого	**0 / 15 (0,0 %)**	**8 / 15 (53,3 %)**	**+8**

Наиболее выраженный эффект наблюдался для образца HiddenWasp, продемонстрировавшего отказ от выполнения во всех трёх повторениях экспериментальной группы: данное семейство обладает наиболее развитой логикой проверки окружения. Образцы Mirai/Gafgyt и XMRig-dropper показали умеренный эффект (2 из 3), XOR.DDoS — слабый, но различимый (1 из 3). Шифровальщик Cl0p, как и предполагалось, не показал изменения поведения. На агрегированном уровне: в контрольной группе отказ от выполнения не наблюдался ни в одном из 15 испытаний (0 %), в экспериментальной — в 8 из 15 (53,3 %). При исключении контрпримера Cl0p доля отказов составила 8 из 12 (66,7 %).

Полученные значения не претендуют на статистическую значимость ввиду малого числа повторений, однако направление и порядок отклонений согласуются с теоретически предсказанным эффектом. Результаты следует интерпретировать с учётом ограничений: малый объём выборки, ограничение платформой Linux, ориентация набора эмулируемых артефактов на один класс антивирусных решений и полуавтоматическая классификация исходов. Эксперимент квалифицируется как разведочный proof-of-concept, демонстрирующий принципиальную реализуемость подхода; полноценное исследование с расширенной выборкой (не менее 50 семейств) и платформой Windows отнесено к перспективным направлениям.

Заключение

В работе формализована и реализована концепция инверсной имитации защищённости, альтернативной модели deception, обращающей механизмы анти-анализа современного ВПО против самого ВПО. Спроектирован и реализован прототип, состоящий из Go-агента с эмуляцией средств защиты на трёх плоскостях и системы централизованного управления на базе Ansible. Функциональное тестирование подтвердило корректность реализации и низкую ресурсоёмкость (потребление памяти менее 8 МБ, размер бинарного файла около 8,5 МБ). Эмпирическая валидация показала, что для трёх из четырёх семейств ВПО с логикой проверки окружения инверсная имитация вызывала наблюдаемое прекращение атакующей активности. Теоретическая значимость состоит в формализации идеи инверсной имитации и демонстрации её технической реализуемости; практическая — в пригодности решения для развёртывания в учебных и пилотных проектах и снижении нагрузки на аналитиков SOC за счёт высокой точности обнаружения.

Литература

1. Stoll C. The Cuckoo's Egg: Tracking a Spy Through the Maze of Computer Espionage. New York: Doubleday, 1989. 326 p.
2. Spitzner L. Honeypots: Tracking Hackers. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003. 480 p.
3. Provos N., Holz T. Virtual Honeypots: From Botnet Tracking to Intrusion Detection. Boston: Addison-Wesley Professional, 2007. 480 p.
4. Spitzner L. The Honeynet Project: Trapping the Hackers // IEEE Security & Privacy. 2003. Vol. 1, No. 2. P. 15–23.
5. Nawrocki M., Wählisch M., Schmidt T.C. et al. A Survey on Honeypot Software and Data Analysis. URL: https://arxiv.org/abs/1608.06249 (дата обращения: 12.04.2026).
6. Hutchins E.M., Cloppert M.J., Amin R.M. Intelligence-Driven Computer Network Defense Informed by Analysis of Adversary Campaigns and Intrusion Kill Chains // Leading Issues in Information Warfare & Security Research. 2011. Vol. 1. P. 80–106.
7. Гарбук С.В., Маркевич Е.А. Активная киберзащита: концепции и инструменты // Вопросы кибербезопасности. 2020. № 4 (38). С. 2–12.
8. MITRE ATT&CK. Reconnaissance, Tactic TA0043. URL: https://attack.mitre.org/tactics/TA0043/ (дата обращения: 15.03.2026).
9. MITRE ATT&CK. Discovery, Tactic TA0007. URL: https://attack.mitre.org/tactics/TA0007/ (дата обращения: 15.03.2026).
10. Sikorski M., Honig A. Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software. San Francisco: No Starch Press, 2012. 800 p.
11. Ferrie P. Attacks on Virtual Machine Emulators // Symantec Advanced Threat Research. 2007. 13 p.
12. Mokube I., Adams M. Honeypots: Concepts, Approaches, and Challenges // Proceedings of the 45th Annual Southeast Regional Conference (ACMSE '07). New York: ACM, 2007. P. 321–326.
13. Bringer M.L., Chelmecki C.A., Fujinoki H. A Survey: Recent Advances and Future Trends in Honeypot Research // International Journal of Computer Network and Information Security. 2012. Vol. 4, No. 10. P. 63–75.
14. Donovan A.A.A., Kernighan B.W. The Go Programming Language. Boston: Addison-Wesley Professional, 2015. 400 p.
15. Hochstein L. Ansible: Up and Running. 3rd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2022. 354 p.
16. Sanders C., Smith J. Applied Network Security Monitoring: Collection, Detection, and Analysis. Waltham: Syngress, 2013. 496 p.
17. Wazuh Documentation. Custom Rules and Decoders. URL: https://documentation.wazuh.com/ (дата обращения: 05.03.2026).
18. Sigma — Generic Signature Format for SIEM Systems. URL: https://github.com/SigmaHQ/sigma (дата обращения: 02.03.2026).

Inverse security emulation as a method of proactive cyber defense: concept, implementation and empirical validation

Lychagin Yu.A.
National Research Tomsk State University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The paper addresses early detection of targeted attacks against corporate infrastructure at the reconnaissance stage. The dominant deception paradigm of emulating a vulnerable host suffers from high resource consumption, detectability and reduced effectiveness against modern malware equipped with anti-analysis mechanisms. The concept of inverse security emulation is proposed and formalized: the decoy displays the traits of a heavily defended host (antivirus, EDR, analysis tooling), turning the evasion mechanisms built into malware against the malware itself. A Go-based prototype is implemented with centralized Ansible management and JSONL telemetry; an original technique of emulating security-software processes via argv[0] substitution through /proc/self/exe is described. The approach was empirically validated on five families of real Linux malware: in the experimental group a refusal to execute was observed in 53.3% of trials versus 0% in the control group (66.7% excluding the counterexample without environment checks). The results confirm the feasibility of the approach.

Keywords: deception technologies, honeypot, proactive cyber defense, inverse security emulation, anti-analysis, EDR, APT, SIEM, MITRE ATT&CK.

References

1. Stoll C. The Cuckoo's Egg: Tracking a Spy Through the Maze of Computer Espionage. New York: Doubleday, 1989. 326 p.
2. Spitzner L. Honeypots: Tracking Hackers. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003. 480 p.
3. Provos N., Holz T. Virtual Honeypots: From Botnet Tracking to Intrusion Detection. Boston: Addison-Wesley Professional, 2007. 480 p.
4. Spitzner L. The Honeynet Project: Trapping the Hackers // IEEE Security & Privacy. 2003. Vol. 1, No. 2. P. 15–23.
5. Nawrocki M., Wählisch M., Schmidt T.C. et al. A Survey on Honeypot Software and Data Analysis. URL: https://arxiv.org/abs/1608.06249 (accessed: 12.04.2026).
6. Hutchins E.M., Cloppert M.J., Amin R.M. Intelligence-Driven Computer Network Defense Informed by Analysis of Adversary Campaigns and Intrusion Kill Chains // Leading Issues in Information Warfare & Security Research. 2011. Vol. 1. P. 80–106.
7. Garbuk S.V., Markevich E.A. Active Cyber Defense: Concepts and Tools // Cybersecurity Issues. 2020. No. 4 (38). P. 2–12.
8. MITRE ATT&CK. Reconnaissance, Tactic TA0043. URL: https://attack.mitre.org/tactics/TA0043/ (access date: 03/15/2026).
9. MITER ATT&CK. Discovery, Tactic TA0007. URL: https://attack.mitre.org/tactics/TA0007/ (access date: 03/15/2026).
10. Sikorski M., Honig A. Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software. San Francisco: No Starch Press, 2012. 800 p.
11. Ferrie P. Attacks on Virtual Machine Emulators // Symantec Ad-vanced Threat Research. 2007. 13 p.
12. Mokube I., Adams M. Honeypots: Concepts, Approaches, and Challenges // Proceedings of the 45th Annual Southeast Regional Conference (ACMSE '07). New York: ACM, 2007, pp. 321–326.
13. Bringer M.L., Chelmecki C.A., Fujinoki H. A Survey: Recent Ad-vances and Future Trends in Honeypot Research // International Journal of Computer Network and Information Security. 2012. Vol. 4, No. 10. P. 63–75.
14. Donovan A.A.A., Kernighan B.W. The Go Programming Language. Boston: Addison-Wesley Professional, 2015. 400 p.
15. Hochstein L. Ansible: Up and Running. 3rd ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2022. 354 p.
16. Sanders C., Smith J. Applied Network Security Monitoring: Col-lection, Detection, and Analysis. Waltham: Syngress, 2013. 496 p.
17. Wazuh Documentation. Custom Rules and Decoders. URL: https://documentation.wazuh.com/ (access date: 03/05/2026).
18. Sigma - Generic Signature Format for SIEM Systems. URL: https://github.com/SigmaHQ/sigma (access date: 03/02/2026).

Многоуровневая интеллектуальная система метрологического обеспечения при работе с алюминиевыми сплавами на фрезерных станках с числовым программным управлением

Мишура Тамара Прохоровна
доцент, канд. техн. наук, доцент кафедры Метрологическое обеспечение инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, t_mishura@mail.ru

Статья посвящена разработке системы метрологического обеспечения технологического процесса изготовления корпусных деталей из алюминиевых сплавов на фрезерных станках с числовым программным управлением (ЧПУ), обеспечивающей снижение погрешностей измерений и повышение качества продукции. Свойства алюминия требуют учитывать статическую геометрию и динамическую деформацию материала под воздействием тепловых потоков от зоны резания, жесткую регламентацию шероховатости поверхности, где контроль микропрофиля поверхности становится неотъемлемым условием обеспечения герметичности или плотности прилегания деталей, точность позиционирования инструмента в пространстве, что напрямую зависит от характеристик приводов и систем обратной связи станка с ЧПУ, а также обеспечение точности через контроль состояния самой системы резания. Исследованы методы метрологического контроля в процессах фрезерования, определяющие не только итоговую точность изделия, но и экономическую эффективность всего производственного цикла. Выполнен обзор нормативной базы, которая создает незыблемую юридическую и техническую основу для внедрения любых инновационных методов бесконтактного контроля. Выявлены причины возникновения погрешностей и способы их устранения. Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной схемы метрологического контроля, основанной на интеграции результатов контактных и бесконтактных методов измерений на различных этапах обработки для обеспечения предиктивного контроля качества. Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенной автоматизированной системы измерений на станках с ЧПУ на предприятиях машиностроительной отрасли, особенно в высокотехнологичных секторах, где требования к точности достигают микронов.

Ключевые слова: средства измерений, фрезерные станки с числовым программным управлением, погрешности, метрологическое обеспечение.

Введение

Современная метрология функционирует в режиме реального времени, позволяя управлять качеством продукции непосредственно в процессе изготовления. Если раньше контроль качества выступал лишь финальной проверкой готовой продукции, то сегодня метрологическое обеспечение стало неотъемлемой частью каждого этапа технологического процесса. Это особенно важно для высокотехнологичных отраслей таких как авиация медицина и микроэлектроника, где точность измеряется микронами, а малейшая ошибка в геометрии изделия делает его непригодным к эксплуатации.

Трансформация метрологии обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, современные детали, изготавливаемые на станках с ЧПУ, приобрели необычайную сложность: глубокие карманы, сложные криволинейные поверхности и тонкие стенки сделали традиционные методы контроля (например, с помощью штангенциркулей) неэффективными. Возникла необходимость в применении лазерного сканирования и оптических систем, способных «видеть» геометрию детали без физического контакта. Во-вторых, экономика современного производства требует максимальной эффективности: использование дорогих материалов и инструментов делает выпуск брака финансово невыгодным, поэтому минимизация ошибок стала залогом выживания предприятия. Наконец, развитие концепции цифрового двойника требует постоянного потока точных данных для синхронизации реального объекта с его виртуальной копией. Таким образом, метрология сегодня стала фундаментом цифровизации и оптимизации всего производственного процесса.

Требования к точности изготовления деталей на фрезерных станках с ЧПУ

Формирование требований к точности изготовления деталей на станках с ЧПУ представляет собой многогранный инженерный процесс, который не может быть ограничен лишь указанием числовых допусков в чертеже. В контексте производства корпусных деталей из алюминиевых сплавов, где критическим параметром является соблюдение отклонений в пределах ±0,01 мм, требования к точности должны рассматриваться как комплексная система взаимосвязанных метрик, включающая в себя геометрическую точность, точность позиционирования, точность формы и, что не менее важно, стабильность воспроизводимости этих параметров в условиях динамического нагружения оборудования.

Первоочередным аспектом требований к точности является соблюдение геометрических параметров формы, которые определяют функциональную пригодность детали. При фрезеровании алюминиевых заготовок критическое значение приобретает плоскостность и параллельность поверхностей. Поскольку алюминий обладает высоким коэффициентом теплового расширения, требования к точности должны учитывать не только статическую геометрию, но и динамическую деформацию материала под воздействием тепловых потоков от зоны резания. Любое отклонение от плоскостности, превышающее установленный допуск, не только нарушает посадочные условия, но и создает причины возникновения паразитных вибраций при последующей сборке узла. Следовательно, требования к точности включают в себя жесткую регламентацию шероховатости поверхности (Ra, Rz), где контроль микропрофиля поверхности становится неотъемлемым условием обеспечения герметичности или плотности прилегания деталей.

Вторым фундаментальным блоком требований является точность позиционирования инструмента в пространстве, что напрямую зависит от характеристик приводов и систем обратной связи станка с ЧПУ [1]. Требования к точности позиционирования включают в себя минимизацию ошибки повторяемости, что является критическим фактором при многопроходной обработке. В процессе фрезерования 3-осевого станка, перемещение инструмента по осям X, Y и Z должно происходить с точностью, исключающей накопление погрешностей позиционирования, которые могли бы привести к несоблюдению допусков на угловые размеры. Здесь требования к точности пересекаются с понятием «динамической точности», которая подразумевает способность системы ЧПУ компенсировать инерционные силы, возникающие при резких сменах направления движения фрезы, и сохранять траекторию, заданную в управляющей программе с погрешностью, не превышающей микроны.

Третий, крайне сложный аспект требований, касается обеспечения точности через контроль состояния самой системы резания. Точность изготовления неразрывно связана с жесткостью системы «инструмент — приспособление — деталь». Требования к точности в данном случае подразумевают минимизацию отклонений, вызванных упругими деформациями инструмента под воздействием сил резания. При работе с алюминиевыми сплавами, склонными к налипанию на режущую кромку, требования к точности должны включать контроль чистоты режущей кромки и стабильности вылета инструмента. Любое изменение геометрии режущей кромки из-за износа или теплового воздействия мгновенно транслируется в погрешность линейных размеров детали, что делает мониторинг состояния инструмента обязательным требованием к качеству процесса.

Наконец, нельзя игнорировать требования к метрологической стабильности в условиях изменяющейся внешней среды. Точность процесса фрезерования на станках с ЧПУ находится в прямой зависимости от температурного режима цеха, состояния смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) и стабильности электропитания. Таким образом, современные требования к точности изготовления деталей — это не просто констатация конечного результата, а жесткий регламент управления всеми переменными факторами, которые могут повлиять на итоговую геометрию.

Методы метрологического контроля в процессах фрезерования

Выбор стратегии метрологического контроля в процессах прецизионного фрезерования является критическим инженерным решением, определяющим не только итоговую точность изделия, но и экономическую эффективность всего производственного цикла. В современной парадигме индустрии 4.0 выбор метода контроля должен базироваться на комплексном балансе между требуемой метрологической достоверностью (прецизионностью), скоростью обработки данных и стоимостью использования измерительной системы.

Для целей данного исследования методы контроля классифицируются по двум фундаментальным признакам: характеру физического взаимодействия измерительного сенсора с обрабатываемой поверхностью и временной привязке к технологическому циклу (In-process, At-process, Post-process).

Контактные методы контроля, базирующиеся на использовании классических средств измерений (микрометрических инструментов, штангенциркулей, индикаторов часового типа), представляют собой наиболее консервативный подход. С точки зрения метрологии, их ключевым преимуществом является высокая воспроизводимость результатов при соблюдении регламентированного усилия прижатия. Однако в контексте обработки алюминиевых сплавов данные методы несут в себе скрытую угрозу: риск возникновения неустранимых погрешностей из-за упругой деформации тонкостенных элементов под воздействием измерительного щупа. Более того, высокая доля субъективизма (человеческого фактора) при считывании показаний и необходимость прерывания цикла обработки для позиционирования детали (Post-process) создают значительные временные потери и повышают риск накопления ошибок в процессе производства.

Бесконтактные методы, основанные на использовании лазерной триангуляции, оптической интерферометрии и систем машинного зрения, представляют собой качественный скачок в технологичности контроля. Эти методы позволяют формировать высокоплотные «облака точек» (point clouds), что дает возможность проводить не только линейный, но и геометрический контроль профиля детали. Тем не менее, внедрение данных систем сопряжено с ростом неопределенности измерений, вызванным влиянием шероховатости поверхности (Ra) и СОЖ на оптическую прозрачность среды. Сложность математической обработки массивов данных и необходимость интеграции высокопроизводительных вычислительных мощностей являются существенными барьерами для их повсеместного внедрения.

Автоматизированные системы интегрированного контроля (In-process control), такие как системы на базе датчиков Renishaw или встроенные в ЧПУ системы КИМ [2], представляют собой наиболее совершенный уровень метрологического обеспечения. Интеграция измерительного контура непосредственно в управляющую программу позволяет реализовать концепцию «самокорректирующегося производства». В этом случае контроль осуществляется в паузах между операциями обработки, что позволяет в режиме реального времени вносить корректировки в параметры смещения инструмента (Tool Offset) на основе полученных данных. Несмотря на высокую капиталоемкость и необходимость глубокой модернизации станочного парка, такие системы минимизируют вероятность выхода продукции за пределы допусков, превращая метрологию из функции «выявления брака» в функцию «предотвращения брака».

Сравнительный анализ рассматриваемых методов по ключевым критериям технологичности и метрологической надежности приведен в табл.1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов метрологического контроля

Критерий сравнения	Контактные методы	Бесконтактные методы	Автоматизированные системы
Влияние на деталь	Риск деформации измерительным инструментом	Отсутствие механического воздействия	Минимальное воздействие (интегрированный контроль)
Погрешность	Ограничена усилием нажатия и точностью прибора	Зависит от шероховатости и чистоты поверхности	Минимальная (за счет исключения человеческого фактора)
Скорость процесса	Низкая (требует фиксации и позиционирования)	Высокая (за счет сканирования)	Высокая (интеграция в технологический цикл)
Сложность внедрения	Низкая (высокая доступность)	Средняя (требуется специализированное ПО)	Высокая (требуется модернизация станка и ЧПУ)

Обзор нормативной базы

Нормативная база в данной статье рассматривается не как статичный набор папок с документами в архиве, а как комплексная, живая и взаимосвязанная экосистема. Она обеспечивает единство методик измерений по всему миру, гарантирует воспроизводимость результатов при переходе от идеальных лабораторных условий к шумному и пыльному реальному цеху и создает незыблемую юридическую и техническую основу для внедрения любых инновационных методов бесконтактного контроля. Нормативную базу можно представить, как трехуровневую пирамиду или экосистему (международный - стандарты ISO, национальный - система ГОСТ и внутрипроизводственный -локальные регламенты, где каждый вышестоящий уровень задает общие правила, а нижестоящий — адаптирует их к суровой реальности цеха. На высшем, международном уровне, который задает глобальные правила игры для всех участников рынка, ключевую роль играют стандарты серии ISO (International Organization for Standardization). В контексте метрологии именно станков с ЧПУ, которые являются ядром нашего исследования, критически важным является стандарт [1]. Это не просто сухая инструкция, а фундаментальный документ, который регламентирует методы испытаний геометрической точности станков. Соблюдение требований этого стандарта позволяет обеспечить сопоставимость и «переводимость» точность оборудования, произведенного в Германии, Японии или России. Это базовое условие при внедрении сложных автоматизированных систем контроля и интеграции оборудования в глобальные производственные цепочки. Кроме того, нельзя забывать о стандартах серии ISO 9001[3]. Это международный стандарт, определяющий требования к системе менеджмента качества. Они задают общие, философские принципы управления качеством на предприятии. Эти стандарты требуют от нас не просто пассивной фиксации результатов измерений в журнале (реактивный подход), а создания проактивной системы управления рисками. В этой системе метрологический контроль перестает быть просто констатацией факта брака и становится мощным инструментом его предотвращения, встроенным в каждый этап производства.

На национальном уровне, который адаптирует международные требования к специфике нашей правовой и технической среды, основополагающую роль играет система стандартов ГОСТ. В рамках метрологического обеспечения процесса фрезерования она охватывает широчайший спектр направлений. В контексте данной статьи ключевое значение имеют стандарты, которые регламентируют две вещи: метрологическую классификацию самих средств измерений и строгие требования к процедурам их поверки и калибровки. Например, существуют стандарты, определяющие точность обработки металлов резанием, которые устанавливают предельные значения отклонений для линейных и угловых размеров. Важнейшим элементом национальной системы является соблюдение рекомендаций [4] в части метрологической прослеживаемости. Этот сложный термин на деле означает простую вещь: гарантию того, что каждое измерение, выполненное конкретным микрометром или цеховым оптическим сканером, может быть соотнесено с первичным государственным эталоном через непрерывную цепь поверок и калибровок. Без строгого соблюдения нормативных требований к калибровке и поверке СИ (согласно жестким регламентам Росстандарта), любая, даже самая современная система оперативного контроля теряет свою легитимность и техническую достоверность. Результаты таких измерений нельзя использовать для сдачи продукции заказчику или для защиты в суде.

На национальном уровне, который адаптирует международные требования к специфике нашей правовой и технической среды, основополагающую роль играет система стандартов ГОСТ. В рамках метрологического обеспечения процесса фрезерования она охватывает широчайший спектр направлений. В контексте данной статьи ключевое значение имеют стандарты, которые регламентируют две вещи: метрологическую классификацию самих средств измерений и строгие требования к процедурам их поверки и калибровки. Например, существуют стандарты, определяющие точность обработки металлов резанием, которые устанавливают предельные значения отклонений для линейных и угловых размеров [5]. Эти документы напрямую коррелируют с задачами, поставленными в данном исследовании. Важнейшим элементом национальной системы является соблюдение требований ГОСТ Р ИСО в части метрологической прослеживаемости [4]. Этот сложный термин на деле означает простую вещь: гарантию того, что каждое измерение, выполненное конкретным микрометром или цеховым оптическим сканером, может быть соотнесено с первичным государственным эталоном через непрерывную цепь поверок и калибровок. Без строгого соблюдения нормативных требований к калибровке и поверке средств измерений (согласно жестким регламентам Росстандарта), любая, даже самая современная система оперативного контроля теряет свою легитимность и техническую достоверность. Результаты таких измерений нельзя использовать для сдачи продукции заказчику или для защиты в суде.

Анализ причин возникновения погрешностей

Проектирование метрологической системы органично сочетает в себе элементы *In-process* (внутрипроцессного) контроля, то есть измерений непосредственно в ходе или сразу после обработки, и *Post-process* (постпроцессного) контроля — финальной верификации на отдельном высокоточном оборудовании.

Обоснование выбора именно такой гибридной стратегии обусловлено причинами возникновения погрешностей в технологическом процессе и необходимостью их компенсации.

Минимизация влияния деформационных факторов. Это обоснование является критически важным и напрямую связано с физическими свойствами обрабатываемого материала. Учитывая специфику обработки деталей с тонкими стенками и сложной пространственной геометрией из алюминиевых сплавов (рис1.), мы сталкиваемся с их высокой чувствительностью к упругим деформация

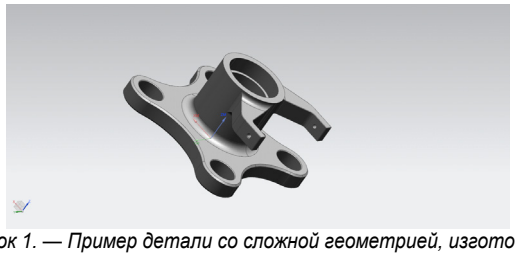


Рисунок 1. — Пример детали со сложной геометрией, изготовляемой на фрезерном станке с ЧПУ

Традиционный подход, предполагающий демонтаж детали со станка после черновой обработки и перенос ее в зону контроля, неизбежно приводит к возникновению так называемых «напряжений снятия зажима». Деталь, будучи зажатой в тисках или приспособлении, деформируется под действием сил резания. При ее освобождении для замера, она частично возвращается в исходное состояние. Повторный зажим для чистовой обработки уже деформирует ее по-новому. Этот цикл вносит неконтролируемую погрешность. Предлагаемая стратегия исключает использование высоконагруженных контактных методов на этапе промежуточного контроля именно для того, чтобы его избежать. Вместо этого приоритет отдается использованию встроенных в шпиндель или стол станка бесконтактных или малоконтактных систем (например, на базе датчиков типа Renishaw). Это позволяет проводить проверку геометрии без демонтажа детали из зажимного устройства. Таким образом, полностью исключаются погрешности, вносимые повторным базированием и закреплением, и сохраняется геометрия детали в едином состоянии на протяжении всего цикла обработки.

Реализация принципа «предотвращения брака». Внедрение элементов In-process контроля превращает систему из пассивной (просто фиксирующей брак) в активную (предотвращающей его). Система проводит измерение положения инструмента и проверку ключевых размеров (например, диаметра отверстия или расстояния между стенками) в технологических паузах. Например, во время смены инструмента или после завершения чернового прохода. Полученные данные о реальном размере сравниваются с номинальным значением, указанном на чертеже. Если обнаруживается отклонение (например, из-за износа фрезы или теплового расширения станины), система использует механизм обратной связи. Это дает возможность программно корректировать параметры смещения инструмента (Tool Offset) непосредственно в рамках одной и той же управляющей программы. Станок как бы «понимает», что фреза стала меньше на 0,005 мм из-за износа, и автоматически сдвигает траекторию на эти же 0,005 мм. Это критически важно для поддержания стабильности процесса от первой до последней детали в партии и является ключевым фактором обеспечения повторяемости при постепенном износе режущей кромки фрезы.

Верификация финальной геометрии. Несмотря на все преимущества встроенных систем контроля станка, они имеют свои ограничения. Их щупы движутся по ограниченному числу траекторий и могут не иметь доступа к сложным внутренним полостям или не могут проверить взаимное расположение элементов по сложным диагоналям. Поэтому окончательный метрологический контроль (Post-process) должен осуществляться на высокоточном оборудовании КИМ.

Этот этап необходим для получения эталонного профиля детали и верификации отсутствия сложных геометрических искажений (например, скручивания корпуса или нарушения плоскостности на большой площади), которые могут быть не зафиксированы датчиками станка из-за ограниченного вектора движения их щупа. КИМ проводит полное сканирование поверхности и строит карту отклонений (цветовую карту), давая полную уверенность в качестве изделия.

Таким образом, выбранная стратегия метрологического обеспечения представляет собой не просто набор инструментов, а многоуровневую интеллектуальную систему. В этой системе первичная коррекция параметров происходит в автоматизированном режиме непосредственно на станке (In-process), что обеспечивает стабильность процесса в реальном времени. Финальная аттестация качества выполняется с использованием высокопрецизионных эталонных средств измерений (Post-process), что гарантирует полное соответствие продукции установленным допускам и посадкам. Такой сбалансированный подход позволяет не только гарантировать безупречное качество каждой детали, но и оптимизировать затраты на метрологическое сопровождение за счет сокращения времени простоев и предотвращения массового брака.

Автоматизация измерений на станках с ЧПУ

В условиях роста конкуренции и ужесточения стандартов качества эффективное метрологическое обеспечение становится ключевым фактором успеха предприятия. Именно поэтому автоматизация метрологического контроля выходит на передний план, становясь неотъемлемой частью технологического процесса.

Традиционные методы контроля, основанные преимущественно на участии человека, постепенно уступают место автоматизированным системам. Причина этого кроется в ряде объективных обстоятельств, характерных для современного производства.

Во-первых, требования к точности и качеству продукции неуклонно повышаются. Детали, изготавливаемые на станках с ЧПУ, часто имеют предельно малые допуски (сотые и тысячные доли миллиметра), что делает ручной контроль трудоёмким, долгим и подверженным ошибкам. Специалист, даже высококвалифицированный, не всегда способен обеспечить необходимую точность и стабильность измерений.

Во-вторых, темпы производства значительно возросли. Современные предприятия работают круглосуточно, выпуская тысячи деталей ежедневно. Ручной контроль попросту не успевает за темпами производства, вызывая задержки и снижая общую эффективность.

Наконец, стремление к минимизации себестоимости продукции заставляет предприятия искать способы сокращения трудозатрат и повышения производительности. Автоматизация метрологического контроля позволяет существенно снизить долю ручного труда, высвобождая квалифицированных специалистов для более творческих и стратегических задач [6].

Автоматизация метрологического контроля охватывает широкий спектр задач, начиная от простейших измерений и заканчивая сложными интеллектуальными системами, способными самостоятельно принимать решения. Рассмотрим подробнее, как именно автоматизация проникает в различные аспекты метрологического обеспечения.

Одно из наиболее распространённых и эффективных направлений автоматизации — это интеграция измерительных систем непосредственно в структуру станка с ЧПУ. Современные станки оснащаются встроенными контактными и бесконтактными измерительными устройствами, которые позволяют проводить измерения прямо в процессе обработки или сразу после её завершения.

Принцип работы таких систем прост, но эффективен: после завершения очередного этапа обработки измерительная головка автоматически выдвигается в рабочую зону, касается поверхности детали (в случае контактных систем) или сканирует её с помощью лазера или другого датчика (в случае бесконтактных систем). Полученные данные мгновенно передаются в систему управления станком, где они анализируются и сравниваются с заданными допусками.

Преимущества такой автоматизации очевидны: измерения проводятся без участия человека, быстро и точно, не требуя остановки станка и перемещения детали в отдельную зону контроля. Это позволяет существенно сократить время на контроль и повысить общую производительность линии.

Другой важный аспект автоматизации метрологического контроля — это автоматическая обработка и анализ данных, полученных в результате измерений. Раньше операторы вручную заносили результаты измерений в журналы, что занимало много времени и могло приводить к ошибкам. Сейчас эту задачу взяли на себя специализированные программные комплексы.

Данные, поступающие от измерительных систем, автоматически собираются, сохраняются и анализируются. Программы способны не только фиксировать текущие значения, но и выявлять тенденции, анализировать динамику изменения параметров, строить графики и диаграммы. Это позволяет не просто констатировать факт брака, а прогнозировать его появление и предпринимать упреждающие меры.

Кроме того, автоматизация обработки данных позволяет накапливать статистику, выявлять слабые места технологического процесса и предлагать рекомендации по его усовершенствованию. Это делает метрологический контроль не просто средством проверки качества, а активным инструментом повышения эффективности производства.

Автоматизация метрологического контроля не ограничивается рамками отдельного станка или измерительной станции. Современные предприятия стремятся объединить все элементы производственного процесса в единую информационную систему, известную как ERP (Enterprise Resource Planning) или MES (Manufacturing Execution System). Метрологические данные, полученные в результате автоматизации контроля, естественным образом интегрируются в такие системы.

Это позволяет руководству предприятия в реальном времени видеть, каково качество выпускаемой продукции, какие участки нуждаются в улучшении, какие детали чаще всего попадают в брак. Руководители получают возможность принимать взвешенные управленческие решения, опираясь на объективные данные, а не на предположения или интуицию.

Ещё одно перспективное направление автоматизации метрологического контроля — это роботизация и автоматизация транспортировки деталей между зонами обработки и контроля. Ранее оператор вынужден был вручную перемещать готовые детали с рабочего стола станка на контрольно-измерительный стол, что занимало немало времени и создавало дополнительные риски повреждения детали.

Сегодня эту задачу берут на себя роботы и автоматические транспортные системы. Готовые детали автоматически снимаются со станка манипулятором, доставляются на измерительный участок, где также с помощью роботов устанавливаются на измерительное оборудование. После завершения измерений деталь аналогичным образом транспортируется на склад готовой продукции или на следующую операцию.

Такая автоматизация не только ускоряет процесс, но и исключает человеческий фактор, связанный с возможностью повреждения детали при транспортировке.

Многие предприятия сомневаются в целесообразности инвестиций в автоматизацию метрологического контроля, опасаясь высоких начальных затрат. Однако практика показывает, что автоматизация окупается довольно быстро за счёт ряда очевидных преимуществ [7], а именно:

- сокращение времени на контроль и уменьшение простоев оборудования;
- снижение доли брака и сокращение расходов на переработку дефектных деталей;
- высвобождение квалифицированных кадров для более творческой и интеллектуальной работы;
- повышение гибкости производства и возможность быстрого переключения на выпуск новых видов продукции.

Инвестиции в автоматизацию метрологического контроля — это инвестиции в будущее предприятия, его конкурентоспособность и репутацию поставщика качественной продукции.

Оценка эффективности системы метрологического обеспечения

Одной из ключевых задач метрологического обеспечения является оценка точности измерений, которая напрямую влияет на качество выпускаемой продукции. Погрешности измерений возникают на всех этапах технологического процесса, начиная от подготовки заготовки и заканчивая контролем готовой детали. Для эффективного управления качеством необходимо уметь рассчитывать и анализировать эти погрешности, чтобы минимизировать их влияние на конечный результат.

Погрешности измерений принято разделять на несколько групп. Систематические погрешности — это постоянные или закономерно изменяющиеся отклонения, которые можно выявить и скорректировать. Например, погрешность калибровки измерительного инструмента или смещение нуля шкалы. Случайные погрешности — нерегулярные отклонения, вызванные случайными факторами (шум, вибрации, колебания температуры). Их трудно предсказать, но можно минимизировать с помощью многократных измерений и статистической обработки данных. Грубые погрешности (промахи) — явные ошибки, возникающие из-за сбоев оборудования или человеческого фактора. Такие погрешности необходимо выявлять и исключать из анализа.

Для расчёта метрологических погрешностей измерений применяются стандартные математические методы, основанные на теории вероятностей и статистике. Определение измеряемой величины и её допустимых отклонений начинается с изучения чертежа детали и технических требований, где указывается диапазон допусков (например, ±0,01 мм). Далее проводится анализ технологического процесса, выявляются все возможные источники погрешностей (инструмент, оборудование, среда, оператор). Составляется карта источников погрешностей, что помогает сосредоточиться на наиболее значимых факторах.

При прямых и косвенных измерениях погрешности рассчитываются отдельно. Затем проводится статистическая обработка данных: многократные измерения одного и того же параметра позволяют применить статистические методы (среднее арифметическое, среднеквадратичное отклонение, доверительные интервалы). Это помогает оценить разброс значений и выявить систематические и случайные составляющие погрешности.

Общая погрешность измерения рассчитывается по правилу аддитивности погрешностей:

$$\Delta_{\Sigma} = \left(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + ... + \Delta_n^2\right)^{\frac{1}{2}}.$$

После расчёта погрешностей проводится анализ их влияния на качество детали. Если погрешности превышают допустимые пределы, принимаются меры по их устранению: калибровка инструмента, автоматическая коррекция траектории движения инструмента, оптимизация режимов обработки.

Предположим, что деталь имеет допуск ±0,01 мм. Измерения проводились с помощью контактного и бесконтактного методов. Были получены следующие данные: среднее значение — 10,005 мм, среднеквадратичное отклонение — 0,008 мм, систематическая погрешность калибровки — 0,003 мм. Тогда суммарная погрешность составит:

$$\Delta_{\Sigma} = \left(0{,}008^2 + 0{,}003^2\right)^{\frac{1}{2}} + 0{,}0073.$$

Поскольку суммарная погрешность меньше допустимого допуска (±0,01 мм), система метрологического контроля считается эффективной.

Методика расчёта метрологических погрешностей измерений основана на анализе всех возможных источников ошибок, статистической обработке данных и применении математических методов. Грамотно проведённая оценка погрешностей позволяет не только выявить слабые места технологического процесса, но и предпринять меры по их устранению, что существенно повышает качество продукции и эффективность производства.

Погрешности измерений оказывают непосредственное влияние на качество выпускаемой продукции. Независимо от того, насколько совершенен технологический процесс, любые отклонения от заданных параметров могут привести к появлению дефектов, снижению долговечности и отказам в эксплуатации. Понимание характера и масштаба влияния погрешностей позволяет не только выявлять слабые места в производстве, но и целенаправленно улучшать качество продукции.

Погрешности измерений проявляются на всех этапах технологического процесса, начиная от подготовки заготовки и заканчивая контролем готовой детали. Систематические погрешности приводят к устойчивым отклонениям размеров или формы детали от заданных параметров. Например, если инструмент установлен с небольшим перекосом, это вызовет систематическое смещение размеров вдоль всей партии деталей. Результат — несоответствие допускам, невозможность сборки или нарушения функциональности изделия.

Случайные погрешности носят нерегулярный характер и могут проявляться как внезапные отклонения размеров или формы детали. Они затрудняют прогнозирование качества и увеличивают вариацию параметров продукции. Например, случайные вибрации станка или колебания температуры в цеху могут привести к появлению мелких дефектов на поверхности детали, ухудшая её прочность и герметичность.

Крупные ошибки, вызванные сбоями оборудования или человеческим фактором, приводят к явному браку, который может оказаться незамеченным на ранних этапах контроля. Например, неисправный инструмент или неправильная настройка станка могут резко ухудшить качество обработки, вплоть до полной негодности детали.

Отклонения размеров и формы нарушают допуски, препятствуя сборке, снижая точность посадки, увеличивая нагрузки на узлы и агрегаты. В авиационной технике даже минимальные отклонения размеров крыльев или двигателей могут привести к катастрофическим последствиям.

Погрешности могут нарушать герметичность, плотность прилегания, электрические контакты или кинематические пары. Это снижает надёжность и долговечность изделия, увеличивает риск отказа в эксплуатации.

Выпуск брака, повторная обработка, утилизация дефектных деталей увеличивают издержки производства. Чем выше точность и сложнее деталь, тем дороже обходится каждый промах.

Компании, выпускающие продукцию с низким уровнем брака и высокой точностью, получают преимущество на рынке. Погрешности измерений напрямую влияют на репутацию предприятия и его способность удерживать лидерство в условиях жёсткой конкуренции.

Сбор и обработка большого массива данных измерений позволяет выявить закономерности, оценить частоту и масштаб отклонений, построить гистограммы и диаграммы рассеяния. Это помогает локализовать источники погрешностей и принять меры по их устранению.

Используя математические модели и программное обеспечение, инженеры могут прогнозировать влияние погрешностей на конечные параметры детали. Это позволяет заранее корректировать технологический процесс, минимизируя риск брака.

Виртуальная копия изделия позволяет имитировать влияние погрешностей на функционирование продукта в реальных условиях. Это помогает выявлять скрытые дефекты и оптимизировать конструкцию ещё до начала производства.

Анализ влияния погрешностей на качество продукции показывает, что даже небольшие отклонения могут привести к серьёзным последствиям: от ухудшения функциональности до полной негодности изделия. Грамотно организованная система метрологического контроля, основанная на постоянном анализе и минимизации погрешностей, является ключевым фактором повышения качества и конкурентоспособности предприятия.

Таким образом, сегодня метрологическое обеспечение стало неотъемлемой частью каждого этапа технологического процесса обработки деталей на фрезерных станках с ЧПУ. Современная метрология функционирует в режиме реального времени, позволяя управлять качеством непосредственно в процессе изготовления. Это особенно важно для высокотехнологичных отраслей, таких как авиационная промышленность, медицина и микроэлектроника, где точность измеряется микронами, а малейшая ошибка в геометрии изделия делает его непригодным к эксплуатации.

Литература

1. ГОСТ ISO 230-2-2016 Нормы и правила испытаний станков. Часть 2. Определение точности и повторяемости позиционирования осей станков с числовым программным управлением — [Электронный ресурс] URL: https://docs.cntd.ru/document/1200146046 (дата обращения 20.05.26 г).

2. ISO 10360-2:2017. Калибраторы и координатно-измерительные машины. Часть 2: Проверка точности измерения длины — [Электронный ресурс] URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost-r_gosudarstvennyj-standart/13/gost_r_iso_10360-5-2017_natsionalnyy_standart_rossiyskoy.html (дата обращения 20.05.26 г).

3. ISO 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования. — Женева: Международная организация по стандартизации, 2015. 36 с.

4. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Калибровка и Метрологическая прослеживаемость результатов измерений. Рекомендации — [Электронный ресурс] URL: https://www.octava.info/gost_iso-iec_17025-2019_-_kalibrovka (дата обращения 25.05.26 г).

5. ГОСТ 30893.1-2002 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками — [Электронный ресурс] URL: https://armtorg.ru/articles/item/572/ (дата обращения 25.05.26 г).

6. Смирнов, Д.Н. Автоматизация метрологического контроля в условиях Индустрии 4.0. — М.: Техносфера, 2020. 280 с.

7. Смирнов, Д.Н. Автоматизация метрологического контроля в условиях Индустрии 4.0. — М.: Техносфера, 2020. — 280 с.

Multi-level intelligent metrology system for working with aluminum alloys on numerically controlled milling machines

Mishura T.P.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This article explores the development of a metrological support system for the manufacturing of aluminum alloy case parts using numerically controlled (CNC) milling machines, reducing measurement errors and improving product quality. The properties of aluminum require consideration of the static geometry and dynamic deformation of the material under the influence of heat flows from the cutting zone, strict surface roughness control, where monitoring the surface microprofile becomes an essential condition for ensuring the tightness or tight fit of parts, the accuracy of tool positioning in space, which directly depends on the characteristics of the CNC machine's drives and feedback systems, and ensuring accuracy through monitoring the condition of the cutting system itself. Metrological control methods in milling processes are explored, determining not only the final accuracy of the product but also the economic efficiency of the entire production cycle. A review of the regulatory framework is provided, which creates a solid legal and technical foundation for the implementation of any innovative non-contact testing methods. The causes of errors and methods for their elimination were identified. The scientific novelty of the study lies in the development of a comprehensive metrological control scheme based on the integration of contact and non-contact measurement results at various processing stages to ensure predictive quality control. The practical significance of the work lies in the potential application of the proposed automated measurement system on CNC machines in mechanical engineering enterprises, particularly in high-tech sectors where accuracy requirements reach microns.

Keywords: measuring instruments, CNC milling machines, errors, metrological support.

References

1. GOST ISO 230-2-2016. Testing standards and practices for machine tools. Part 2. Determination of the positioning accuracy and repeatability of axes of numerically controlled machine tools — [Electronic resource] URL: https://docs.cntd.ru/document/1200146046 (date of access 05/20/26).
2. ISO 10360-2:2017. Calibrators and coordinate measuring machines. Part 2: Verification of length measurement accuracy — [Electronic resource] URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost-r_gosudarstvennyj-standart/13/gost_r_iso_10360-5-2017_natsionalnyy_standart_rossiyskoy.html (date of access 05/20/26).
3. ISO 9001:2015. Quality management systems. Requirements. Geneva: International Organization for Standardization, 2015. 36 p.
4. GOST ISO/IEC 17025-2019. Calibration and metrological traceability of measurement results. Recommendations — [Electronic resource] URL: https://www.octava.info/gost_iso-iec_17025-2019_-_kalibrovka (accessed May 25, 2026).
5. GOST 30893.1-2002 Basic standards for interchangeability. General tolerances. Limit deviations of linear and angular dimensions with unspecified tolerances — [Electronic resource] URL: https://armtorg.ru/articles/item/572/ (accessed 25.05.26).
6. Smirnov, D.N. Automation of metrological control in Industry 4.0. — Moscow: Technosfera, 2020. 280 p.
7. Smirnov, D.N. Automation of metrological control in Industry 4.0. — Moscow: Technosfera, 2020. — 280 p.

Интерпретируемость против точности в аналитических системах поддержки решений: концептуальная модель выбора

Осетров Петр Андреевич
независимый исследователь, p.osetrov@yandex.ru

В статье рассматривается выбор архитектуры аналитической системы поддержки решений при конфликте между точностью расчёта и объяснимостью результата. Предложена концептуальная модель, применимая к цифровым сервисам, корпоративным информационным системам и операционным контурам, где рекомендация системы влияет на действия пользователя, оператора или ответственного подразделения. В отличие от подхода, ориентированного только на максимизацию прогнозной метрики, модель включает ограничения по трассируемости данных, задержке ответа, полноте журнала решений, стоимости сопровождения и цене ошибки. Рассмотрены прозрачные, статистические, гибридные и высокосложные архитектуры DSS. Показано, что выбор должен выполняться через фильтр обязательных требований и последующую взвешенную оценку допустимых вариантов. Такой порядок позволяет связать аналитическую точность с условиями эксплуатации: источниками данных, API-контрактом, регламентом изменения правил, контролем качества данных и возможностью последующей проверки решения. Результатом является матрица выбора архитектуры, пригодная для постановки требований, проектирования прототипа и оценки рисков внедрения.

Ключевые слова: аналитическая система поддержки решений, интерпретируемость, точность, архитектура DSS, журнал решений, трассируемость данных, SLA, оценка риска.

Введение

Аналитические системы поддержки решений используются в цифровых продуктах, корпоративных сервисах и внутренних контурах контроля. Они ранжируют заявки, выделяют подозрительные события, помогают распределять обращения, формируют рекомендации для оператора и фиксируют основание принятого решения. В таких системах показатель точности имеет смысл только вместе с условиями эксплуатации: составом источников данных, скоростью ответа, порядком изменения правил, журналированием и возможностью проверки результата после выполнения операции [1; 2; 5].

Конфликт между точностью и интерпретируемостью возникает в момент выбора архитектуры. Простая схема на правилах или скоринговой карте легче проверяется, быстрее согласуется и понятнее пользователю. Более сложная схема способна обнаружить связи в данных, которые трудно описать вручную, но требует дополнительных средств контроля: валидации входных данных, версионирования конфигураций, журналов расчёта, тестирования изменений и регламента отката. По этой причине точность не может выступать единственным критерием выбора.

В прикладных DSS интерпретируемость связана с практическим вопросом: можно ли объяснить, почему система предложила действие, отказ, приоритет, уровень риска или маршрут обработки. Ответ нужен разным участникам процесса. Оператору требуется краткая причина, руководителю процесса — связь с регламентом и показателями, аудитору — воспроизводимость расчёта, администратору системы — цепочка данных и версия алгоритма. Один и тот же числовой результат должен быть представлен в формах, пригодных для этих ролей. Такой подход согласуется с работами по объяснениям и человеко-ориентированным системам [6; 7].

Цель статьи состоит в разработке концептуальной модели выбора архитектуры аналитической DSS при конкуренции требований к точности и интерпретируемости. Объект исследования — аналитические системы поддержки решений, встроенные в цифровой или корпоративный контур. Предмет исследования — критерии выбора архитектуры, позволяющие совместить качество рекомендации с требованиями к сопровождению, проверяемости и управлению риском.

Постановка задачи

DSS рассматривается как совокупность компонентов: источники событий и справочников, слой подготовки данных, расчётный модуль, интерфейс оператора, журнал решений, средства контроля качества данных и контур обновления правил. Такая структура характерна для антифрода в маркетплейсе, приоритизации обращений в службе поддержки, оценки риска поставщика, распределения инцидентов в инфраструктурной службе и контроля нестандартных операций в корпоративной системе. Общая логика описания таких систем восходит к классическим работам по DSS [3; 4].

Точность в рамках данной работы трактуется как способность системы выдавать рекомендацию, совпадающую с целевым действием или экономически оправданным решением. Для разных задач это могут быть доля верно выявленных рисковых событий, снижение количества ручных проверок, уменьшение ложных тревог, ускорение маршрутизации обращения, повышение доли корректных приоритетов или сокращение времени обработки заявки. Метрика выбирается из предметного процесса, затем переводится в измеримый критерий.

Интерпретируемость трактуется как возможность восстановить основание результата в понятной и проверяемой форме. На уровне расчёта это может быть список сработавших правил, вклад ключевых факторов, ссылка на источник данных, версия конфигурации, порог принятия решения и запись в журнале. На уровне пользователя это может быть короткое объяснение: какие признаки повлияли на рекомендацию, какой регламент был применён, какие данные отсутствовали и почему система присвоила конкретный уровень риска.

Задача выбора архитектуры состоит в сопоставлении нескольких вариантов. К ним относятся прозрачная схема на правилах, скоринговая карта, статистический скорер, гибридная DSS и высокосложный алгоритмический контур. Каждый вариант даёт разный баланс точности, простоты проверки, стоимости сопровождения и устойчивости к изменениям входных данных.

Концептуальная модель выбора

Множество допустимых архитектур обозначим через A. Для каждой архитектуры a оцениваются критерии: точность Q(a), интерпретируемость I(a), задержка ответа L(a), полнота журналирования G(a), стоимость сопровождения K(a) и эксплуатационный риск R(a). До расчёта интегральной оценки архитектура должна пройти фильтр обязательных требований. Он задаётся формулой (1).

(1) $A_0 = \{ a \in A \mid C_j(a) \geq T_j, j = 1 \ldots m \}$

В формуле (1) Cj(a) обозначает значение обязательного критерия, а Tj — минимально допустимый порог. В число таких критериев обычно входят наличие журнала решений, ограничение p95-задержки, допустимый уровень ручной проверки, доступность исходных данных и возможность повторить расчёт по сохранённой версии правил.

После фильтрации применяется интегральная оценка. Она связывает качество результата с ценой эксплуатации. Формула (2) показывает общий вид такой оценки.

(2) $S(a) = \Sigma\, w_i\, q_i(a) - \lambda R(a) - \mu K(a)$

В формуле (2) qi(a) — нормированные показатели архитектуры, wi — их веса, R(a) — риск ошибочного или непроверяемого решения, K(a) — стоимость сопровождения. Коэффициенты λ и μ отражают чувствительность организации к риску и затратам. Итоговый выбор выполняется по формуле (3).

(3) $a^* = \arg\max S(a),\ a \in A_0$

Риск R(a) целесообразно выделить в отдельный блок, поскольку он зависит от цены ошибки и от возможности восстановить ход расчёта. В упрощённом виде его можно задать формулой (4).

(4) $R(a) = P_e(a)D + P_u(a)U$

В формуле (4) Pe(a) обозначает вероятность ошибочной рекомендации, D — среднюю цену такой ошибки, Pu(a) — вероятность неполного объяснения или невоспроизводимости результата, U — ущерб от спорного решения. Такая запись отделяет качество расчёта от управляемости контура. В задачах с низкой ценой ошибки значение D невелико, поэтому система может выбирать более сложный вариант. В задачах с проверяемыми отказами, доступом, финансовыми лимитами и действиями оператора вклад U возрастает.

Архитектурные варианты DSS

Прозрачная архитектура основана на правилах, таблицах решений, порогах, скоринговых картах и деревьях малой глубины. Она подходит для процессов, где результат должен быть объяснён по регламенту: проверка контрагента, назначение уровня доступа, маршрутизация обращения, контроль превышения лимита. Её сильная сторона — простота проверки и сопровождения. Ограничение состоит в слабой адаптации к сложным зависимостям между признаками.

Статистическая архитектура использует расчётный скорер, который выдаёт вероятность, балл риска или приоритет. Она применима в потоках событий, где требуется учитывать несколько десятков признаков: историю операций, частоту обращений, структуру заказа, параметры устройства, поведение аккаунта или показатели SLA. Такая архитектура повышает точность при сохранении возможности объяснять результат через ключевые факторы и пороги.

Гибридная архитектура соединяет расчётный модуль с контролируемым слоем правил. Расчётный модуль формирует балл или вероятность, а слой правил применяет ограничения, исключения, бизнес-порог и требования к ручной проверке. Для практической DSS этот вариант часто является наиболее устойчивым: сложная часть повышает качество, а прозрачный слой задаёт границы допустимого поведения системы.

Высокосложная архитектура оправдана в задачах с большим объёмом слабо структурированных данных: анализ логов, классификация сообщений, выявление аномалий в телеметрии, обработка текстов обращений. Для неё критичны API-контракты, контроль входных схем, версия расчётного модуля, тестовые наборы, журнал объяснений и процедура отката. При отсутствии этих элементов рост точности может сопровождаться потерей управляемости.

Выбор между вариантами должен выполняться с учётом роли DSS в процессе. Система, которая только сортирует очередь задач, допускает более высокий уровень сложности. Система, которая предлагает отказ, блокировку, лимит или негативную оценку, требует расширенного объяснения и сохранения исходных данных для последующей проверки. Для высокорисковых решений требование к проверяемости согласуется с подходами к интерпретируемым моделям и управлению риском [8; 9; 10].

Матрица выбора архитектуры

Матрица выбора связывает тип сценария с ограничениями эксплуатации. В таблице 1 показаны типовые варианты для цифровых и корпоративных DSS. Матрица используется на этапе постановки требований и уточняется после пилотного запуска.

Таблица 1

Матрица выбора архитектуры DSS

Сценарий	Ключевое ограничение	Предпочтительная схема	Основание выбора
Маршрутизация обращений	Скорость и стабильность SLA	статистический скорер + правила	важна точная сортировка очереди, объяснение может быть кратким
Антифрод в заказах	Цена ложного допуска и ложной блокировки	гибридная DSS	балл риска дополняется проверяемыми условиями и ручным режимом
Проверка поставщика	Проверяемость источников	прозрачная схема или скоринговая карта	каждое основание должно быть связано с документом или справочником
Приоритизация инцидентов	Время реакции и качество данных	статистическая или гибридная схема	система должна объяснять факторы приоритета и сохранять состояние входных данных
Контроль доступа	Регламент и аудит	правила + таблица решений	решение должно воспроизводиться по версии правил
Анализ логов и телеметрии	Объём и сложность событий	высокосложная схема с журналом	объяснение строится через признаки события, срезы данных и трассировку

Графическая интерпретация модели

Рисунок 1 показывает концептуальное расположение архитектурных вариантов по двум осям: прогнозная точность и интерпретируемость. График не задаёт универсальные числовые значения. Он показывает логику выбора: прозрачные схемы имеют высокий уровень объяснимости, высокосложные схемы могут давать более точный расчёт, а гибридная DSS занимает промежуточную область.

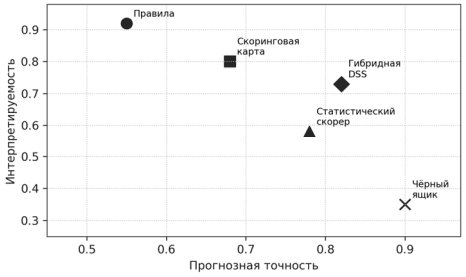


Рисунок 1. Соотношение точности и интерпретируемости для вариантов DSS

Рисунок 2 показывает изменение интегральной оценки при росте требований к объяснению. При низком уровне требований высокосложная схема может иметь преимущество за счёт точности. При росте требований к объяснению и аудиту её оценка снижается, если отсутствуют журналирование, воспроизводимость расчёта и понятный слой представления результата.

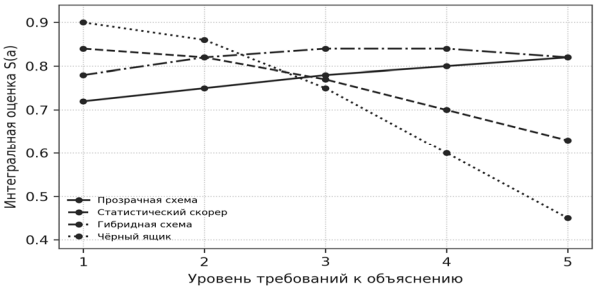


Рисунок 2. Интегральная оценка архитектур при росте требований к объяснению

Рисунок 3 показывает пример распределения затрат сопровождения. Для прозрачной схемы значительную долю занимают изменение правил

и проверка регламентов. Для статистической схемы возрастает роль качества данных. Для гибридной схемы больше ресурсов занимает согласование расчётного модуля, правил и журнала решений.

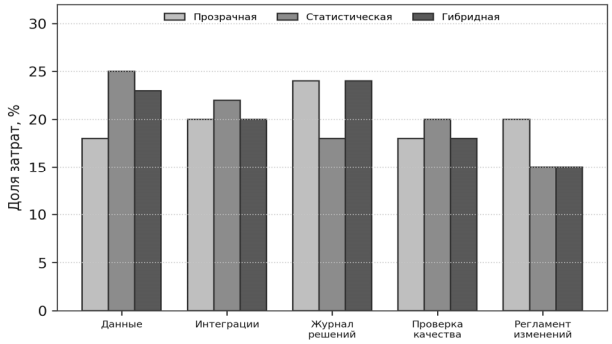


Рисунок 3. Компоненты стоимости сопровождения DSS

Обсуждение результатов

Предложенная модель задаёт порядок выбора, при котором архитектура оценивается как часть работающего информационного контура. Для практического внедрения требуется определить набор целевых метрик, зафиксировать состав источников данных, описать формат API-ответа, задать структуру журнала решений и установить процедуру изменения правил. Без этих элементов сравнение вариантов по одной метрике точности даёт неполную картину.

В низкорисковых сценариях допустим больший вес точности. К таким сценариям относятся сортировка карточек, подсказка при заполнении формы, ранжирование очереди обращений, предварительная группировка событий. Ошибка в них обычно исправляется пользователем или оператором. В сценариях с отказом, блокировкой, лимитом, негативной оценкой или передачей инцидента в критичный канал возрастает вес объяснимости и воспроизводимости. Для систем с юридически значимыми последствиями близкая логика закрепляется в регулировании высокорисковых цифровых решений [12].

Практический эффект гибридной DSS состоит в разделении расчётного и контрольного уровней. Расчётный уровень отвечает за качество рекомендации, а контрольный уровень ограничивает применение результата правилами, порогами, журналом и правом ручной проверки. Такое разделение упрощает согласование системы с владельцем процесса и уменьшает риск спорных решений. При проектировании интерфейса объяснения полезны принципы человеко-ориентированного взаимодействия [11].

Модель также помогает формулировать требования к данным. Для каждой рекомендации должны сохраняться идентификатор объекта, момент расчёта, версия правил, состав входных признаков, источник данных, результат проверки качества и объяснение для пользователя. Эти сведения позволяют повторить расчёт, сравнить версии и восстановить причину расхождения между системой и оператором.

Ограничение предложенной модели связано с её концептуальным характером. Веса критериев и пороги должны настраиваться на данных конкретной организации. Для этого требуется пилотный период, сбор статистики ошибок, анализ ручных решений и оценка затрат сопровождения. После настройки модель может использоваться как основа для технического задания, прототипа и последующего контроля изменений.

Заключение

В статье предложена концептуальная модель выбора архитектуры аналитической системы поддержки решений при конфликте между точностью и интерпретируемостью. Модель рассматривает DSS как совокупность данных, расчётного модуля, интерфейса, журнала решений и регламента сопровождения. Такой подход позволяет оценивать архитектуру по её пригодности к эксплуатации и по качеству расчёта на тестовой выборке.

Основной результат состоит в двухэтапной процедуре: сначала архитектура проходит фильтр обязательных требований, затем допустимые варианты сравниваются по интегральной оценке. В эту оценку включаются точность, интерпретируемость, задержка ответа, стоимость сопровождения, полнота журнала и эксплуатационный риск. Для сценариев с низкой ценой ошибки возможен приоритет точности. Для сценариев с проверяемыми последствиями возрастает значение прозрачной или гибридной схемы.

Практическая ценность модели состоит в том, что она переводит спор о выборе алгоритма в плоскость требований к системе. Вместо абстрактного сравнения точности и объяснимости предлагается оценивать конкретные характеристики: какие данные используются, как сохраняется решение, кто видит объяснение, как выполняется откат, какие ошибки допустимы и какие действия требуют ручной проверки. Такой набор критериев пригоден для разработки регламента внедрения аналитической DSS и для последующей оценки её устойчивости.

Литература

1. Горри Г.А., Скотт Мортон М.С. Структура для систем управления информацией // Sloan Management Review. 1971. Том 13, № 1. С. 55–70.
2. Кин П.Г.В., Скотт Мортон М.С. Системы поддержки принятия решений: организационная перспектива. Рединг: Addison-Wesley, 1978. 264 с.
3. Пауэр Д.Дж. Системы поддержки принятия решений: концепции и ресурсы для менеджеров. Вестпорт: Greenwood Publishing Group, 2002. 252 с.
4. Турбан Э., Шарда Р., Делен Д. Системы поддержки принятия решений и бизнес-аналитики. 9-е изд. Бостон: Pearson, 2011. 720 с.
5. Саймон Х.А. Науки об искусственном. 3-е изд. Кембридж: MIT Press, 1996. 231 с.
6. Миллер Т. Объяснение в искусственном интеллекте: выводы из социальных наук // Искусственный интеллект. 2019. Том 267. С. 1–38.
7. Шнейдерман Б. Искусственный интеллект, ориентированный на человека. Оксфорд: Oxford University Press, 2022. 390 с.
8. Кини Р.Л., Райффа Х. Решения с множественными целями: предпочтения и компромиссы в отношении ценности. Кембридж: Cambridge University Press, 1993. 569 с.
9. Саати Т.Л. Аналитический иерархический процесс. Нью-Йорк: McGraw-Hill, 1980. 287 с.
10. NIST AI 100-1. Структура управления рисками в искусственном интеллекте (AI RMF 1.0). Гайтерсберг: Национальный институт стандартов и технологий, 2023. 42 с.
11. ISO 9241-210:2019. Эргономика взаимодействия человека и системы — Часть 210: Человекоориентированный дизайн для интерактивных систем. Женева: Международная организация по стандартизации, 2019.
12. Регламент (ЕС) 2024/1689 Европейского парламента и Совета от 13 июня 2024 г., устанавливающий согласованные правила в области искусственного интеллекта // Официальный журнал Европейского союза. 2024.

Interpretability versus accuracy in analytical decision support systems: a conceptual selection model

Osetrov P.A.

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The paper examines the selection of an analytical decision support system architecture under a conflict between calculation accuracy and result explainability. A conceptual model is proposed for digital services, corporate information systems and operational environments where a system recommendation affects the actions of a user, operator or responsible unit. Instead of focusing only on the maximization of a predictive metric, the model includes constraints on data traceability, response latency, completeness of the decision log, maintenance cost and error impact. Transparent, statistical, hybrid and high-complexity DSS architectures are considered. The paper shows that selection should be performed through a mandatory-requirement filter followed by a weighted assessment of feasible alternatives. This procedure links analytical accuracy with operating conditions: data sources, API contracts, rule-change procedures, data quality control and the possibility of subsequent decision review. The result is an architecture selection matrix suitable for requirements specification, prototype design and implementation-risk assessment.

Keywords: decision support system, interpretability, accuracy, DSS architecture, decision log, data traceability, SLA, risk assessment.

References

1. Gorry G.A., Scott Morton M.S. A framework for management information systems // Sloan Management Review. 1971. Vol. 13, No. 1. P. 55–70.
2. Keen P.G.W., Scott Morton M.S. Decision Support Systems: An Organizational Perspective. Reading: Addison-Wesley, 1978. 264 p.
3. Power D.J. Decision Support Systems: Concepts and Resources for Managers. Westport: Greenwood Publishing Group, 2002. 252 p.
4. Turban E., Sharda R., Delen D. Decision Support and Business Intelligence Systems. 9th ed. Boston: Pearson, 2011. 720 p.
5. Simon H.A. The Sciences of the Artificial. 3rd ed. Cambridge: MIT Press, 1996. 231 p.
6. Miller T. Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences // Artificial Intelligence. 2019. Vol. 267. P. 1–38.
7. Shneiderman B. Human-Centered AI. Oxford: Oxford University Press, 2022. 390 p.
8. Keeney R.L., Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 569 p.
9. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.
10. NIST AI 100-1. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2023. 42 p.
11. ISO 9241-210:2019. Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.

Долговечность и стойкость стеклопластиковой арматуры в щелочной среде цементного камня, влияние температуры и влажности на ползучесть и релаксацию

Павленко Павел Владиславович
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительной механики, Российский университет транспорта, pvpav8@mail.ru

Поровая жидкость цементного камня с водородным показателем 12,6–13,4 сохраняет химическую агрессивность по отношению к стеклянным волокнам на протяжении всего срока службы конструкции, вследствие чего долговечность стеклопластиковой арматуры определяется не столько начальными характеристиками стержня, сколько кинетикой его деградации в щелочной среде. Действующие нормативные документы (ГОСТ 31938-2022, СП 295.1325800.2017) ограничиваются контрольными испытаниями на стойкость к щелочной среде и не содержат прогнозной методики, связывающей температурно-влажностный режим эксплуатации с остаточной прочностью и потерями напряжения на горизонте 50–100 лет. Цель работы – построение авторской расчётной модели совместного учёта щелочной деградации, ползучести и релаксации напряжений стеклокомпозитной арматуры. Использованы кинетическое уравнение первого порядка с аррениусовской температурной зависимостью константы скорости деградации, влажностные поправочные коэффициенты диффузионной природы и логарифмическая модель релаксации; параметры откалиброваны по опубликованным результатам ускоренного старения. Установлено, что при температуре 20 °C и относительной влажности до 60% остаточная прочность через 50 лет составляет 85,1 ± 1,6%, тогда как повышение температуры до 40 °C при влажности 80% снижает её до 14,8%; потери напряжения от релаксации за тот же период не превышают 21,2% при уровне длительного нагружения 0,30. Опережающая чувствительность деградации к температуре по сравнению с влажностью означает, что коэффициенты условий эксплуатации целесообразно дифференцировать прежде всего по температурному, а не по влажностному признаку.

Ключевые слова: стеклопластиковая арматура, щелочная среда, цементный камень, долговечность, ползучесть, релаксация напряжений, температурно-влажностный режим, авторская модель.

Введение

Щелочность поровой жидкости цементного камня, формируемая гидроксидом кальция и щелочами клинкера, удерживает водородный показатель в диапазоне 12,6–13,4 на протяжении десятилетий эксплуатации. Для стальной арматуры такая среда выполняет пассивирующую функцию, тогда как для стержней на основе стеклянных волокон она выступает основным фактором деградации: гидролиз силоксановых связей Si–O–Si, выщелачивание щелочноземельных компонентов стекла и осмотическое растрескивание полимерной матрицы развиваются одновременно, взаимно ускоряя друг друга. Систематизация эксплуатационных характеристик полимерной композитной арматуры, выполненная В. А. Селезневым с соавторами [5], показала, что заявляемые производителями показатели долговечности различаются в разы, тогда как методики их подтверждения сводятся к кратковременным выдержкам. Контактная зона стержня при этом работает в условиях практически постоянного увлажнения через защитный слой бетона.

Единой количественной оценки скорости щелочной деградации в опубликованных данных нет: часть экспериментов фиксирует затухание процесса по мере уплотнения поверхностного слоя матрицы, другая – устойчивое снижение прочности вплоть до 40–60% исходного уровня при длительном водонасыщении. А. И. Сухов и А. В. Ли [2] относят неопределённость прогнозов долговечности к главным факторам, сдерживающим применение стеклопластиковой арматуры в ответственных конструкциях; сопряжённые с этим экологические аспекты обращения с композитом рассмотрены В. Л. Курбатовым, М. В. Дайронас и И. И. Иващенко [15]. Действующий ГОСТ 31938-2022, введённый приказом Росстандарта от 1 июня 2022 г. № 444-ст взамен ГОСТ 31938-2012 (с поправкой от 11 сентября 2023 г.), нормирует лишь контрольное изменение предела прочности после выдержки в щелочной среде по ГОСТ 32487-2015, оставляя открытым вопрос экстраполяции результата на проектный срок службы 50–100 лет.

Температурно-влажностный режим воздействует на стержень по двум сопряжённым каналам: повышение температуры ускоряет диффузию влаги и химические реакции в поверхностном слое, а увлажнение матрицы пластифицирует связующее, снижая сопротивление вязкоупругому деформированию. Потери напряжения в стеклопластиковой арматуре при релаксации и ползучести, экспериментально изученные Б. Ш. Умаровым и Т. А. Зиннуровым [6], уже при нормальной температуре достигают заметной доли начального усилия натяжения; для изгибаемых элементов, эксплуатируемых в жарком климате, А. И. Дадобоев [9] зафиксировал дополнительный рост прогибов, связываемый с температурной активацией ползучести. Раздельное нормирование деградационных и вязкоупругих эффектов затрудняет назначение обоснованных коэффициентов условий работы.

Целью работы выступает построение авторской расчётной модели, связывающей кинетику щелочной деградации стеклокомпозитной арматуры с температурой и влажностью среды, и количественная оценка на её основе остаточной прочности и потерь напряжения от ползучести и релаксации на горизонте до 100 лет. Практическая задача сводится к обоснованию предельного уровня длительного нагружения стержня, при котором суммарные потери несущей способности остаются в пределах, заложенных в коэффициентах надёжности СП 295.1325800.2017.

Материалы и методы исследования

Применены методы авторского расчётного моделирования: кинетическое уравнение первого порядка с аррениусовской температурной зависимостью константы скорости деградации, влажностные поправочные коэффициенты диффузионной природы, логарифмическая модель релаксации напряжений и сценарный расчёт для комбинаций температуры 20, 40 и 60 °C с относительной влажностью 60, 80 и 100%. Постановка восходит к схеме моделирования деградации стеклопластика под совместным действием напряжений и щелочной среды, предложенной Р. А. Каюмовым, И. З. Мухамедовой и Б. Ф. Тазюковым [10], однако деградационный и вязкоупругий процессы описываются здесь раздельно, с последующим суммированием потерь по несущей способности.

Калибровка параметров опирается на опубликованные результаты ускоренного и натурного старения стеклопластиков 2021–2025 гг., в том

числе на данные В. О. Старцева с соавторами о прочности и влагостойкости стеклопластика на начальной стадии старения [3] и о климатической стойкости образцов после натурной экспозиции в различных климатических зонах [11]. Нормативная рамка – документы в действующих редакциях: ГОСТ 31938-2022, ГОСТ 32487-2015, ГОСТ 32486-2021, СП 295.1325800.2017 с изменением № 1. Верхняя граница используемого массива экспериментальных публикаций – первое полугодие 2025 г.

Объект расчёта – модельный стержень стеклокомпозитной арматуры номинальным диаметром 12 мм с начальным пределом прочности при растяжении 1084 МПа и модулем упругости 52,3 ГПа; значения заданы автором как модельные и соответствуют уровню характеристик, фигурирующему в примерах условных обозначений ГОСТ 31938-2022 (1000 МПа и 50 ГПа для стержня АСК диаметром 12 мм). Все входные величины, не подтверждённые нормативным документом или опубликованным экспериментом, помечены в таблицах как модельные. Горизонт прогноза принят равным 25, 50 и 100 годам; константы округлялись до трёх значащих цифр, что даёт оценку погрешности итоговых долей остаточной прочности не хуже ±1,6 процентного пункта.

Результаты и обсуждение

Деградация армированного элемента развивается по двум контурам – в объёме самого стержня и в контактной зоне сцепления. Для контактной зоны определяющей оказывается геометрия периодического профиля: эксперименты Т. А. Зиннурова с соавторами [1] обнаружили, что локальные утолщения стержня повышают сцепление с бетоном, однако одновременно концентрируют касательные напряжения, ускоряющие разрушение поверхностного слоя композита при увлажнении. Для полимербетонных матриц, где щелочность понижена, А. М. Усачев и М. К. аль Вард Абдулрахман [4] отметили сохранение сцепления при нагреве вплоть до температур, близких к температуре стеклования связующего. Отсюда вытекает, что лимитирующим фактором в цементных системах остаётся химическая агрессивность поровой жидкости, а не термическое разупрочнение самого контакта.

Состояние цементного камня задаёт граничные условия задачи. По данным Н. М. Толыпиной и Д. Ю. Чашина [8], совместное действие повышенной температуры и влажности перестраивает фазовый состав камня и увеличивает его проницаемость, поддерживая транспорт щелочной среды к поверхности стержня; циклические температурно-влажностные воздействия, изученные К. В. Шулдяковым, Д. С. Павлюком и К. И. Зимаковым [14], дополнительно раскрывают микротрещины защитного слоя. Щелочной резерв камня расходуется медленно. Оба обстоятельства позволяют принять в модели постоянство агрессивности среды на всём горизонте прогноза, что идёт в запас долговечности.

Материаловедческий путь повышения стойкости – модификация стекловолокна и связующего. Л. Г. Кузнецова и В. А. Геворкян [12] показали, что обработка волокна цирконийсодержащими составами кратно снижает потерю прочности в щелочных растворах; физико-механические характеристики серийной стеклокомпозитной арматуры, обобщённые В. А. Селезнёвым с соавторами [13], тем не менее свидетельствуют о выпуске массовой продукции преимущественно на немодифицированном алюмоборосиликатном волокне. Дополнительный материаловедческий резерв заключён в самой бетонной матрице: С. Н. Карпочева, Ю. С. Кунин и Е. М. Вишторский [7] рассмотрели применение расширяющих добавок в тяжелых и мелкозернистых бетонах, направленное на уплотнение структуры камня и снижение его проницаемости для агрессивной поровой жидкости.

Расчётная схема принята следующей. Остаточная доля прочности описывается зависимостью $r(t) = \exp(-k \cdot \beta \cdot t)$, где k – константа скорости деградации при температуре Т, сут$^{-1}$; β – безразмерный влажностный коэффициент; t – время, сут. Температурная зависимость константы задана уравнением Аррениуса $k = A \cdot \exp(-E/(R \cdot T))$ с энергией активации E = 61,8 кДж/моль – модельным значением из срединной части опубликованного для щелочного гидролиза стекловолокна диапазона 50–70 кДж/моль (R – универсальная газовая постоянная). Калибровочное условие – снижение прочности на 7,0% за 90 сут выдержки при 60 °С в водонасыщенном состоянии, характерное для современной арматуры на щелочестойком волокне и укладывающееся с запасом в предельные 25%, принимавшиеся ГОСТ 31938-2012 для стандартного испытания по ГОСТ 32487-2015. Влажностный коэффициент отражает диффузионное лимитирование процесса: при водонасыщении β = 1,00, при относительной влажности 80% он равен 0,54, при 60% – 0,23. Исходные данные модельного расчёта сведены ниже (табл. 1).

Пересчёт констант на эксплуатационные температуры даёт отношение k(60 °С)/k(20 °С) = 20,96, вследствие чего трёхмесячная стандартная выдержка при 60 °С эквивалентна по накопленному повреждению примерно 5,2 года службы при 20 °С в водонасыщенном состоянии. Поскольку реальные конструкции лишь эпизодически достигают полного водонасыщения, эквивалентный срок для типовых влажностных режимов оказывается заметно длиннее; отсюда, по всей видимости, и проистекает распространённая переоценка результатов ускоренных испытаний. Прогноз остаточной прочности для шести сценариев эксплуатации приведён ниже (табл. 2).

Таблица 1

Исходные данные авторской расчётной модели

Параметр	Значение	Статус данных
Начальный предел прочности при растяжении σ0, МПа	1084	модельное значение
Модуль упругости при растяжении E, ГПа	52,3	модельное значение
Энергия активации деградации, кДж/моль	61,8	модельное значение
Константа скорости k при 60 °С и водонасыщении, сут$^{-1}$	$8{,}05 \cdot 10^{-4}$	калибровка модели
Константа скорости k при 40 °С и водонасыщении, сут$^{-1}$	$1{,}94 \cdot 10^{-4}$	расчёт по Аррениусу
Константа скорости k при 20 °С и водонасыщении, сут$^{-1}$	$3{,}84 \cdot 10^{-5}$	расчёт по Аррениусу
Влажностный коэффициент β при 100 / 80 / 60% отн. влажности	1,00 / 0,54 / 0,23	модельное значение

Источник: составлено автором.

Таблица 2

Прогноз остаточной доли прочности стержня, % от начальной

Сценарий эксплуатации	25 лет	50 лет	100 лет
20 °С, отн. влажность 60%	92,3	85,1	72,4
20 °С, отн. влажность 80%	82,7	68,5	46,9
20 °С, водонасыщение	70,4	49,7	24,6
40 °С, отн. влажность 60%	66,6	44,3	19,6
40 °С, отн. влажность 80%	38,5	14,8	2,2
40 °С, водонасыщение	17,1	2,9	0,1

Источник: расчёты автора.

Температурная чувствительность прогноза доминирует над влажностной. Переход от 20 к 40 °С при неизменной влажности 60% снижает пятидесятилетнюю остаточную прочность с 85,1 до 44,3%, то есть в 1,92 раза, тогда как рост влажности с 60 до 80% при 20 °С уменьшает её лишь в 1,24 раза. Практически это означает, что конструкции с устойчивым технологическим подогревом – полы производственных цехов, лотки тепловых сетей, резервуары горячего водоснабжения – исчерпывают деградационный резерв в разы быстрее нормативного срока службы, даже оставаясь в допустимом по температуре стеклования диапазоне. Для холодных влажных сооружений запас сохраняется: при 20 °С и влажности до 80% остаточная прочность за 50 лет не опускается ниже 68,5%.

Обращает на себя внимание перекрёстное ранжирование сценариев на разных горизонтах: водонасыщенный режим при 20 °С к столетнему сроку (24,6%) оказывается тяжелее, чем режим 40 °С / 60% на четвертьвековом горизонте (66,6%), хотя на коротких сроках соотношение обратное. Немонотонность рангов не сводится к простому произведению температурного и влажностного коэффициентов и, вероятно, требует площадочной привязки прогноза к фактическому годовому циклу температуры и влажности. Сопоставление с нормативной логикой при этом складывается в пользу модели: понижающий коэффициент условий эксплуатации, вводимый СП 295.1325800.2017 к расчётному сопротивлению композитной арматуры, по порядку величины соответствует расчётной остаточной прочности 68–85% для типовых наземных условий на полувековом горизонте.

Вязкоупругие потери оценены логарифмической моделью: относительная потеря напряжения $\Delta\sigma/\sigma_н = \chi \cdot \lg(1 + t/t0)$, где t0 = 1 сут, а коэффициент релаксации χ линейно растёт с уровнем длительного нагружения $s = \sigma_н/\sigma0$ и температурой: $\chi = 0{,}024 + 0{,}051 \cdot s$ при 20 °С и $\chi = 0{,}030 + 0{,}066 \cdot s$ при 40 °С (модельные коэффициенты, откалиброванные по опубликованным испытаниям натяжённых стержней). Уровни нагружения приняты равными 0,20; 0,30 и 0,40 – диапазон, перекрывающий применяемые на практике степени предварительного натяжения стеклокомпозитной арматуры. Результаты расчёта потерь напряжения сведены ниже (табл. 3).

Таблица 3

Потери напряжения от релаксации, % от начального напряжения

Уровень нагружения s	1 год, 20 °С	10 лет, 20 °С	50 лет, 20 °С	50 лет, 40 °С
0,20	8,8	12,2	14,6	18,4
0,30	10,1	14,0	16,7	21,2
0,40	11,4	15,8	18,9	24,0

Источник: расчёты автора.

Логарифмический характер модели воспроизводит известную особенность релаксации композитов: около 60% полувековых потерь реализуется в первый год после натяжения, что подтверждается экспериментальной кинетикой, обсуждавшейся выше. Прирост потерь от нагрева до 40 °C составляет 3,8–5,1 процентного пункта в зависимости от уровня нагружения; влажностная добавка к релаксации в модели отнесена к деградационному контуру и отдельно не учитывается, поскольку пластификация матрицы влагой действует на те же микромеханизмы, что и нагрев. Совмещение двух контуров для базового сценария 20 °C / 60% при s = 0,30 даёт следующий баланс: длительное напряжение к 50 годам снижается до 0,30·(1 – 0,167) = 0,250 от начальной прочности, остаточная прочность – до 0,851, а коэффициент использования сечения – до 0,294, что оставляет условный запас 3,40 без учёта коэффициентов надёжности по нагрузке.

Из баланса вытекает и предельная оценка. При s = 0,40 в сценарии 40 °C / 80% коэффициент использования к пятидесятому году достигает 0,40·0,760/0,148 = 2,05, то есть фактический запас относительно остаточной прочности падает ниже двух и перестаёт покрывать нормативный коэффициент надёжности по материалу 1,5 в сочетании с изменчивостью нагрузок. Уровень длительного нагружения стеклокомпозитного стержня в тёплых влажных условиях, следовательно, целесообразно ограничивать величиной 0,25–0,30 от кратковременной прочности; для нормальных температурных условий допустим верхний предел 0,35. Полученные ограничения согласуются по порядку с практикой назначения предварительных напряжений, обсуждавшейся во вводной части.

Итог раздела складывается из двух положений. Кинетика щелочной деградации в диапазоне эксплуатационных температур подчиняется аррениусовской зависимости с эффективной энергией активации порядка 62 кДж/моль, вследствие чего каждый шаг нагрева на 20 °C ускоряет разрушение примерно в 4,6–5,0 раза, тогда как рост относительной влажности с 60 до 80% – лишь в 2,3 раза. Релаксационные потери, напротив, слабо чувствительны к сценарию и на полувековом горизонте остаются в коридоре 14,6–24,0%, поэтому лимитирующим для долговечности выступает деградационный, а не вязкоупругий контур.

Заключение

По результатам моделирования долговечность стеклопластиковой арматуры в щелочной среде цементного камня определяется прежде всего температурой эксплуатации: ускорение деградации при нагреве на каждые 20 °C составляет порядка пяти раз, тогда как сопоставимый рост влажности ускоряет процесс лишь вдвое. Для типовых наземных конструкций, эксплуатируемых при температуре около 20 °C и влажности до 60–80%, остаточная прочность стержня на полувековом горизонте оценивается величиной порядка 70–85%.

Применительно к нормированию это означает, что единый понижающий коэффициент условий эксплуатации недостаточно избирателен: одна и та же арматура в холодном влажном сооружении сохраняет существенный резерв, а в подогреваемой конструкции исчерпывает его за срок, заметно меньший проектного. Дифференциация коэффициентов по температурному признаку, с выделением класса конструкций со стабильным технологическим нагревом свыше 35 °C, представляется более обоснованной, чем действующая привязка преимущественно к виду среды.

Оценивая вязкоупругий контур, следует констатировать его подчинённую роль: релаксационные потери напряжения за 50 лет остаются в пределах четверти начального усилия даже в неблагоприятном температурном сценарии, причём большая их часть реализуется в первый год. Практический вывод отсюда прямой – контроль усилия натяжения после первого года эксплуатации даёт представительную оценку итоговых потерь. Для проектирования достаточно уровня длительного нагружения не выше 0,30.

Поскольку стандартная трёхмесячная выдержка при 60 °C эквивалентна лишь приблизительно пяти годам службы в водонасыщенном состоянии при нормальной температуре, результат контрольного испытания по действующему стандарту не следует отождествлять с подтверждением столетней долговечности. Эквивалентность накопленного повреждения, вычисляемая через аррениусовский пересчёт, позволяет переводить лабораторный результат в прогноз для конкретной площадки и тем самым замыкает разрыв между контрольным испытанием и проектным сроком службы.

Совокупный баланс потерь для базового сценария эксплуатации показал коэффициент использования сечения 0,294 к пятидесятому году. Условный запас относительно остаточной прочности – 3,40.

Литература

1. Зиннуров Т.А., Майстренко И.Ю., Ерохин Д.И., Замилова А.Х., Умаров Б.Ш. Исследование влияния утолщений в стеклопластиковой арматуре (АСК) на сцепление с бетоном // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. № 2 (56). С. 84-93.

2. Сухов А.И., Ли А.В. К вопросу о проблемах применения стеклопластиковой арматуры в строительстве // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. 2025. Т. 1. С. 220-224.

3. Старцев В.О., Старцев О.В., Павлов М.Р., Нечаев А.А. Прочность и влагостойкость стеклопластика ВПС-53/Т-25 на начальной стадии натурного и ускоренного старения // Труды ВИАМ. 2025. № 3 (145). С. 89-100.

4. Усачев А.М., аль Вард Абдулрахман М.К. Исследование степени сцепления полимербетона со стеклопластиковой арматурой и его теплостойкости // Химия, физика и механика материалов. 2025. № 1 (44). С. 4-15.

5. Селезнев В.А., Какуша В.А., Ушков В.А., Чуков Н.А., Горбунов И.А. Эксплуатационные характеристики полимерной композитной арматуры // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 1. С. 42-50.

6. Умаров Б.Ш., Зиннуров Т.А. Изучение потерь напряжения в стеклопластиковой арматуре при релаксации и ползучести // Вестник МГСУ. 2025. Т. 20. № 1. С. 50-59.

7. Карпочева С.Н., Кунин Ю.С., Вишторский Е.М. Использование расширяющих добавок в тяжелых и мелкозернистых бетонах // Строительные и дорожные машины. 2026. № 2. С. 33-43.

8. Толыпина Н.М., Чашин Д.Ю. Деградация цементного камня в условиях повышенной температуры и влажности // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2024. Т. 20. № 3 (37). С. 109-117.

9. Дадобоев А.И. Исследование изгибаемых элементов со стеклопластиковой арматурой в жарких климатических условиях на примере Республики Таджикистан // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2021. Т. 21. № 4. С. 124-128.

10. Каюмов Р.А., Мухамедова И.З., Тазюков Б.Ф. Моделирование процесса деградации стеклопластика под действием напряжений и щелочной среды // Ученые записки Казанского университета. Серия: Физико-математические науки. 2022. Т. 164. № 2-3. С. 194-205.

11. Велигодский И.М., Коваль Т.В., Курносов А.О., Мараховский П.С. Исследование климатической стойкости образцов стеклопластика после натурной экспозиции в различных климатических зонах // Труды ВИАМ. 2022. № 11 (117). С. 134-148.

12. Кузнецова Л.Г., Геворкян В.А. Повышение стойкости стекловолокна в щелочных средах путем его модификации // Технологии бетонов. 2024. № 1 (192). С. 63-66.

13. Селезнёв В.А., Какуша В.А., Горбунов И.А., Чуков Н.А., Ушков В.А. Физико-механические характеристики стеклокомпозитной арматуры // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2022. № 1. С. 15-26.

14. Шулдяков К.В., Павлюк Д.С., Зимаков К.И. Исследование долговечности и структурной деградации цементного камня при циклических воздействиях // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2025. № 9 (801). С. 71-83.

15. Курбатов В.Л., Дайронас М.В., Иващенко И.И. Экологические проблемы использования стеклопластиковой арматуры // Университетская наука. 2025. № 1 (19). С. 52-54.

An pen im an pen fiberglass reinforcement ilo juon jikin alkaline cement; joñan bwil im molo ej jelet an mōkaj im kakije

Pavlenko P.V.
Russian University of Transport

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

Pore fluid in dekā in cement, ippāñ juon pH in 12.6-13.4, ej bed wot ilo an kajoor ñan glass fiber ko ilo aolepen ien jerbal eo an structure eo. Kin menin, joñan an pen fiberglass rebar ejjab lukkun jelet jen kadkad ko jinoin an rod eo ak jen an jorrāān ilo juon jikin eo ewōr alkaline ie. Peba in kakien ko kiō (GOST 31938-2022, SP 295.1325800.2017) rej jemlok ñan test ko ñan an maroñ in jume ilo juon jikin eo ewōr alkaline ie im rejjab kobaik juon wewein eo ej kwalok kin joñan bwil im molo im joñan bwil im molo in jerbal eo ibben joñan an kajoor im jorren ko ilo 50-10 yio. Unin an ekkatak in ej ñan kōmmane juon wāween kalōk eo ej kobaik alkaline degradation, creep, im stress relaxation an fiberglass rebar. Juon first-order kinetic equation ippāñ juon Arrhenius temperature dependence in degradation rate constant, diffusion-based humidity correction factors, im juon logarithmic relaxation model rej kōjerbali; parameter ko rej kalibwini nae tokjen ko an accelerated aging eo kar kwaloki. Ej walok bwe ilo juon joñan bwil im molo 20 °C im juon joñan bwil im molo ej 60%, kajoor eo ej bed wot elikin 50 yio ej 85.1 ± 1.6%, ilo ien eo juon joñan bwil im molo ñan 40 °C ilo juon joñan bwil im molo 80% ej kōmman bwe en diiklok ñan 14.8%; joñan an jako inebata kin an kar kakkije ilo ejja ien eo wot ejjab laplok jen 21.2% ilo juon joñan eo elap an 0.30. Elaplok an maroñ in jelet joñan bwil im molo keidi ñan joñan bwil im molo ej melelen bwe ej emman ñan kōjenolok joñan bwil im molo, jen joñan bwil im molo.

Keywords: fiberglass reinforcement, alkaline environment, cement stone, durability, creep, stress relaxation, temperature and humidity conditions, author's model.

References

1. Zinnurov T.A., Maistrenko I.Yu., Erokhin D.I., Zamilova A.Kh., Umarov B.Sh. Study of the Effect of Thickenings in Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar (GFRP) on Bond with Concrete // News of the Kazan State University of Architecture and Engineering. 2021. No. 2 (56). Pp. 84-93.
2. Sukhov A.I., Li A.V. On the Problems of Using Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar in Construction // Scientific, Technical and Economic Cooperation of the Asia-Pacific Countries in the 21st Century. 2025. Vol. 1. Pp. 220-224.
3. Startsev V.O., Startsev O.V., Pavlov M.R., Nechaev A.A. Strength and Moisture Resistance of VPS-53/T-25 Fiberglass at the Initial Stage of Natural and Accelerated Ageing // Proceedings of VIAM. 2025. No. 3 (145). Pp. 89-100.
4. Usachev A.M., al Ward Abdulrahman M.K. Study of the Degree of Bond between Polymer Concrete and Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar and Its Heat Resistance // Chemistry, Physics and Mechanics of Materials. 2025. No. 1 (44). Pp. 4-15.
5. Seleznev V.A., Kakusha V.A., Ushkov V.A., Chukov N.A., Gorbunov I.A. Performance Characteristics of Polymer Composite Rebar // Industrial and Civil Engineering. 2021. No. 1. Pp. 42-50.
6. Umarov B.Sh., Zinnurov T.A. Study of Stress Losses in Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar under Relaxation and Creep // Vestnik MGSU. 2025. Vol. 20. No. 1. Pp. 50-59.
7. Karpocheva S.N., Kunin Yu.S., Vishtorskii E.M. Use of Expanding Additives in Heavy and Fine-Grained Concretes // Construction and Road Machines. 2026. No. 2. Pp. 33-43.
8. Tolypina N.M., Chashin D.Yu. Degradation of Cement Stone under Conditions of Elevated Temperature and Humidity // Herald of GSTOU. Technical Sciences. 2024. Vol. 20. No. 3 (37). Pp. 109-117.
9. Dadoboev A.I. Study of Flexural Elements with Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar in Hot Climatic Conditions on the Example of the Republic of Tajikistan // Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University. 2021. Vol. 21. No. 4. Pp. 124-128.
10. Kayumov R.A., Mukhamedova I.Z., Tazyukov B.F. Modelling of the Fiberglass Degradation Process under the Action of Stresses and an Alkaline Environment // Scientific Notes of Kazan University. Series: Physical and Mathematical Sciences. 2022. Vol. 164. No. 2-3. Pp. 194-205.
11. Veligodskii I.M., Koval T.V., Kurnosov A.O., Marakhovskii P.S. Study of the Climatic Resistance of Fiberglass Samples after Field Exposure in Various Climatic Zones // Proceedings of VIAM. 2022. No. 11 (117). Pp. 134-148.
12. Kuznetsova L.G., Gevorkyan V.A. Increasing the Resistance of Glass Fiber in Alkaline Environments by Its Modification // Concrete Technologies. 2024. No. 1 (192). Pp. 63-66.
13. Seleznev V.A., Kakusha V.A., Gorbunov I.A., Chukov N.A., Ushkov V.A. Physical and Mechanical Characteristics of Glass Fiber Composite Rebar // Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies. 2022. No. 1. Pp. 15-26.
14. Shuldyakov K.V., Pavlyuk D.S., Zimakov K.I. Study of the Durability and Structural Degradation of Cement Stone under Cyclic Impacts // News of Higher Educational Institutions. Construction. 2025. No. 9 (801). Pp. 71-83.
15. Kurbatov V.L., Daironas M.V., Ivashchenko I.I. Environmental Problems of Using Glass Fiber Reinforced Polymer Rebar // University Science. 2025. No. 1 (19). Pp. 52-54.

Гомеостатическая природа трансфера технологий в промышленности

Платонова Лариса Александровна
Независимый исследователь, Km1@ttbiz.ru

Предмет исследования: В статье рассматривается трансфер технологий как процесс управляемого изменения производственной системы предприятия. Особое внимание уделяется противоречию между необходимостью технологического развития и сохранением устойчивости действующего производства.
Цель исследования: Обосновать природу трансфера технологий и показать, что результативность трансфера определяется способностью системы управления удерживать баланс между развитием и устойчивостью производственной системы.
Методы исследования: В рамках исследования использовался системный подход, концепция гомеостаза, оценка абсорбционной способности организаций, институциональная теория, а также анализ практических кейсов трансфера технологий из Китая на российские промышленные предприятия.
Результаты: Трансфер технологий представляет собой процесс управляемого превращения внешней технологии во внутреннюю производственную способность предприятия. Основной причиной неудач является нарушение согласованности между новой технологией и существующей производственной системой. Трансфер технологий рассматривается как гомеостатическая система, включающая контур устойчивости производства, контур технологического развития и контур управления противоречием между ними.
Научная новизна: Трансфер технологий рассматривается как гомеостатическая система. Предметом управления является противоречие между устойчивостью функционирования и технологическим развитием предприятия.
Выводы: Результативность трансфера технологий определяется согласованностью управленческих решений, обеспечивающих освоение новых технологий без разрушения существующей производственной системы.
Ключевые слова: трансфер технологий, гомеостаз, производственная система, технологическое развитие, абсорбционная способность, управление изменениями, промышленное предприятие, Китай, технологическая модернизация.

Введение

В последние годы трансфер технологий из Китая стал одним из основных инструментов технологического обновления российских промышленных предприятий. Однако практика показывает, что несмотря на фрагментарную успешность, предприятия не способны самостоятельного развивать полученные технологии.

Парадокс заключается в том, что сходные технологические решения приводят к различным результатам. При этом существующие исследования раскрывают механизмы передачи знаний, распространения инноваций и формирования компетенций, однако недостаточно объясняют причины различий в результативности трансфера технологий на уровне производственной системы предприятиа.

Гипотеза исследования заключается в том, что результативность трансфера технологий определяется способностью организаций управлять противоречием между устойчивостью действующего производства и необходимостью технологического развития предприятия, тем самым поддерживая гомеостаз развития производственной деятельности.

Теоретические основания исследования

Анализ существующих теоретических подходов показывает, что большинство исследований сосредоточено на отдельных аспектах трансфера технологий. Науке известно, каким образом распространяются инновации, организации усваивают знания, и формируются новые компетенции. Однако в науке мало изучено то, каким образом новая технология превращается в новую производственную способность предприятия, без разрушения существующей производственной системы. Именно этот исследовательский разрыв становится основанием для рассмотрения трансфера технологий через призму гомеостатического подхода.

В этой связи теоретическую основу исследования составляют работы в области общей теории систем, теории трансфера технологий, абсорбционной способности организаций и гомеостатического подхода. В наибольшей мере разрешение исходного противоречия опиралось на следующий ряд идей.

Идея L.von Bertalanffy рассматривать организацию как систему взаимосвязанных элементов, свойства которой не сводятся к свойствам отдельных частей [1].

Идея W. Ashby, который сформулировал закон необходимого разнообразия, согласно которому устойчивость системы зависит от способности управляющего механизма обладать разнообразием, сопоставимым со сложностью внешней среды [2].

Концепция абсорбционной способности W. Cohen и D. Levinthal [3], которая объясняет способность организации распознавать ценность внешних знаний, усваивать их и использовать для достижения производственных результатов. Эту концепцию развивают работы S. Zahra и G. George [4], показывая её динамический характер.

Подход D. Teece [5] к механизмам перестройки предприятий под воздействием внешних изменений и формирования новых конкурентных преимуществ.

Исследования O. Williamson [6], J. Dyer [7], D. North [8], W. Scott [9], G. Hofstede [10], E. Hall [11] и F. Trompenaars [12], которые раскрывают организационные, институциональные и культурные аспекты взаимодействия участников трансфера технологий.

Особое значение имеют работы А. Г. Теслинова [13], Ю. М. Горского [14] и В. Н. Степанова [15], рассматривающие развитие сложных систем как процесс удержания противоречия между устойчивостью и изменением.

Гомеостатическая природа трансфера технологий

Анализ практики трансфера технологий показывает, что большинство проблем возникает вследствие ошибок в управлении согласованностью работы существующей производственной практики и внедрения новых технологий. В результате возникает структурный разрыв между технологией и производственной средой. Этот разрыв преодолевается через построение системы управления трансфером как гомеостатической системы управления.

Структура такой системы включает три взаимосвязанных контура:

- Контур устойчивости производства, обеспечивающий сохранение функционирования предприятия.
- Контур технологического развития, обеспечивающий освоение новой технологии.

- Контур гомеостатического управления, обеспечивающий согласование первых двух контуров посредством управленческих решений.

Именно наличие третьего контура определяет способность предприятия интегрировать новую технологию без разрушения существующей системы. Таким образом, трансфер технологий приобретает гомеостатическую природу.

Предлагаемая структура гомеостатической системы трансфера технологий представлена на рисунке 1. В отличие от традиционных моделей трансфера, где внимание сосредоточено преимущественно на объекте передачи, предложенная модель показывает взаимодействие трёх контуров: устойчивости производства, технологического развития и гомеостатического управления. Центральным элементом системы выступает противоречие между устойчивостью и развитием, удержание которого обеспечивает результативность трансфера.

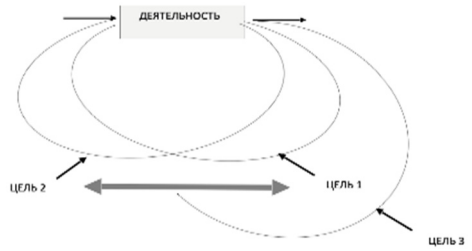


Рис. 1. Структура гомеостатической системы

Как показано на рисунке 1, именно контур гомеостатического управления обеспечивает согласование процессов функционирования и развития производственной системы. Отсутствие данного контура приводит к разрыву между новой технологией и существующей производственной практикой.

Для выявления различий между традиционным пониманием трансфера технологий и предлагаемым гомеостатическим подходом проведено их сравнительное сопоставление (табл. 1).

Таблица 1
Сравнение традиционного и гомеостатического подходов к трансферу технологий

Критерий	Традиционный подход	Гомеостатический подход
Объект управления	Поставка оборудования	Производственная система
Цель	Запуск оборудования	Формирование новой производственной способности
Результат	Факт внедрения	Устойчивое освоение технологии
Роль предприятия	Получатель оборудования	Активный участник преобразования
Роль поставщика	Продавец оборудования	Источник знаний и компетенций
Основной показатель	Выполнение контракта	Производственный результат
Подход к обучению	Дополнительная услуга	Необходимое условие трансфера
Подход к документации	Сопроводительный элемент	Элемент передачи знаний
Управление проектом	Распределённая ответственность	Единый центр управления
Причина неудач	Ошибки поставщика	Нарушение системной согласованности
Источник устойчивости	Надёжность оборудования	Баланс развития и устойчивости
Ключевой вопрос	Что купить?	Как встроить технологию в систему предприятия?

Данные таблицы 1 показывают принципиальное изменение объекта управления. В традиционном подходе объектом выступает технология или оборудование, тогда как в гомеостатическом подходе объектом управления становится производственная система в целом. Соответственно изменяются цели трансфера, критерии его результативности и содержание управленческих воздействий.

Эмпирическая иллюстрация

Для проверки предложенных положений был рассмотрен проект внедрения китайской линии по производству санитарно-гигиенической продукции. Формально поставка была выполнена в полном объёме. Однако линия представляла собой совокупность разрозненных технологических узлов. Документация содержала ошибки. Отсутствовали технологические карты, параметры настройки и требования к используемому сырью. Для запуска оборудования потребовалось участие нескольких китайских специалистов. Российское предприятие было вынуждено самостоятельно восстанавливать технологические связи между отдельными элементами системы. Несмотря на достижение ограниченной работоспособности, проектные показатели достигнуты не были. После завершения контракта оборудование было продано.

С позиции традиционного подхода проект может считаться успешным. С позиции гомеостатического подхода результат следует признать отрицательным. Производственная система не приобрела новую технологическую способность. Передача оборудования не сопровождалась передачей технологии как целостной системы знаний Контур технологического развития оказался несогласованным с контуром устойчивости производства, а единый центр управления отсутствовал.

Рассмотренный пример позволяет сделать более общий вывод. Неудача проекта была обусловлена не техническими характеристиками оборудования и не качеством отдельных элементов поставки. Основная причина состояла в отсутствии механизма согласования процессов функционирования и развития производственной системы.

Практический урок данного кейса заключается в том, что поставка оборудования не является достаточным условием трансфера технологии. Для формирования новой производственной способности требуется согласованное управление знаниями, документацией, компетенциями, производственными процессами и организационными изменениями. Иными словами, объектом управления становится не технология как таковая, а система отношений между технологией и производственной средой её использования.

Научная новизна исследования

Научная новизна исследования состоит в обосновании трансфера технологий как процесса управляемого преобразования производственной системы предприятия, где объектом управления выступает противоречие между устойчивостью функционирования и технологическим развитием производственной системы. Обоснована необходимость выделения контура гомеостатического управления как самостоятельного элемента процесса трансфера технологий.

Существенными признаками такой системы управления трансфером технологий при этом являются следующие:

1. Она представляет собой гомеостатическую систему управляемых изменений производственного комплекса предприятия.
2. Предметом управления в ней является противоречие между устойчивостью действующего производства и необходимостью его технологического развития.
3. Устойчивый результат достигается только при передаче технологии как целостной производственной способности предприятия.

Заключение

Полученные результаты позволяют утверждать, что технология сама по себе не является источником развития предприятия. Источником развития выступает способность производственной системы освоить и удержать технологические изменения.

Следовательно, трансфер технологий не стоит рассматривать исключительно как процесс передачи оборудования или знаний. Трансфер технологий представляет собой процесс управляемого преобразования производственной системы, в ходе которого внешняя технология превращается во внутреннюю производственную способность предприятия.

Результат трансфера определяется способностью системы управления удерживать противоречие между устойчивостью и развитием. Именно данное противоречие образует предмет управления в трансфере технологий и определяет его результативность.

Литература

1. Bertalanffy L. von. General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968.
2. Ashby W. R. An Introduction to Cybernetics. London: Chapman & Hall, 1956.
3. Cohen W. M., Levinthal D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation // Administrative Science Quarterly. – 1990. – № 1. – P. 128–152.
4. Zahra S. A., George G. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension // Academy of Management Review. – 2002. – № 2. – P. 185–203.
5. Teece D. J., Pisano G., Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management // Strategic Management Journal. – 1997. – № 7. – P. 509–533.
6. Williamson O. E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985.
7. Dyer J. H., Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage // Academy of Management Review. – 1998. – № 4. – P. 660–679.

8. North D. C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
9. Scott W. R. Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities. 4th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.
10. Hofstede G. Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.
11. Hall E. T. Beyond Culture. New York: Anchor Books, 1976.
12. Trompenaars F., Hampden-Turner C. Riding the Waves of Culture: Understanding Diversity in Global Business. 3rd ed. London: Nicholas Brealey Publishing, 2012.
13. Теслинов А. Г. Развитие систем управления: методология и концептуальные структуры. М.: Глобус, 2006.
14. Горский Ю. М. Основы гомеостатики: гармония и дисгармония живых, природных, социальных и искусственных систем. Иркутск: Издательство Иркутского университета, 1998.
15. Степанов В. Н. Гомеостатический подход в управлении сложными социально-экономическими системами. М.: Экономика, 2010.

The homeostatic nature of technology transfer in industry

Platonova L.A.
Siberian Institute of International Relations and Regional Studies (SIMOR), Saint Petersburg; Owner of PlatonovaTeam consulting agency; Technology Transfer Consultant from China; Lean Manufacturing Expert; DBA Program Participant

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

Research subject: The article examines technology transfer as a process of managed change in the production system of an enterprise. Particular attention is paid to the contradiction between the need for technological development and the maintenance of sustainability of existing production. Research objective: To substantiate the nature of technology transfer and demonstrate that the effectiveness of technology transfer is determined by the ability of the management system to maintain balance between development and sustainability of the production system. Research methods: The study employed a systems approach, the concept of homeostasis, assessment of organizational absorptive capacity, institutional theory, as well as analysis of practical case studies of technology transfer from China to Russian industrial enterprises. Results: Technology transfer represents a process of managed transformation of external technology into internal production capacity of an enterprise. The main cause of failures is the violation of consistency between new technology and the existing production system. Technology transfer is viewed as a homeostatic system, including a production sustainability loop, a technological development loop, and a management loop addressing the contradiction between them. Scientific novelty: Technology transfer is examined as a homeostatic system. The subject of management is the contradiction between operational sustainability and technological development of an enterprise.

Keywords: technology transfer, homeostasis, production system, technological development, absorptive capacity, change management, industrial enterprise, China, technological modernization.

References

1. Bertalanffy L. von. General System Theory: Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968.
2. Ashby W. R. An Introduction to Cybernetics. London: Chapman & Hall, 1956.
3. Cohen W. M., Levinthal D. A. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation // Administrative Science Quarterly. – 1990. – № 1. – P. 128–152.
4. Zahra S. A., George G. Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension // Academy of Management Review. – 2002. – № 2. – P. 185–203.
5. Teece D. J., Pisano G., Shuen A. Dynamic capabilities and strategic management // Strategic Management Journal. – 1997. – № 7. – P. 509–533.
6. Williamson O. E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985.
7. Dyer J. H., Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage // Academy of Management Review. – 1998. – № 4. – P. 660–679.
8. North D. C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
9. Scott W. R. Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities. 4th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.
10. Hofstede G. Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions and Organizations Across Nations. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2001.
11. Hall E. T. Beyond Culture. New York: Anchor Books, 1976.
12. Trompenaars F., Hampden-Turner C. Riding the Waves of Culture: Understanding Diversity in Global Business. 3rd ed. London: Nicholas Brealey Publishing, 2012.
13. Teslinov A. G. [Development of Management Systems: Methodology and Conceptual Structures. Moscow: Globus, 2006] (In Russian).
14. Gorskij Yu. M. [Foundations of Homeostatistics: Harmony and Disharmony of Living, Natural, Social and Artificial Systems. Irkutsk: Irkutsk University Publishing House, 1998] (In Russian).
15. Stepanov V. N. [Homeostatistic Approach in the Management of Complex Socio-Economic Systems. Moscow: Economics, 2010] (In Russian).

Численное решение динамической задачи об эффективности геотехнического барьера в условиях плоской деформации

Полунин Вячеслав Михайлович
кандидат технических наук, доцент кафедры геотехники, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; старший научный сотрудник, НИИСФ РААСН (Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, n1ce2u@yandex.ru,

Паскачева Дарья Алексеевна
аспирант кафедры геотехники, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; инженер, НИИСФ РААСН (Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, dashaP17012000@yandex.ru,

Кораблев Денис Сергеевич
аспирант кафедры геотехники, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; инженер, НИИСФ РААСН (Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, d.korablv@yandex.ru,

Вагурина Александра Викторовна
ассистент кафедры геотехники, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, alexandra.vagurina@yandex.ru

В статье представлено численное решение нестационарной динамической задачи упругой грунтовой среды в плоской постановке методом конечных элементов. Рассматриваемый подход предназначен для оценки распространения волн от источников динамического воздействия, включая фундаменты оборудования, забивку и вибропогружение свай. Исходными данными служат геометрия расчётной области, инженерно-геологическое напластование, динамические характеристики грунтов и параметры нагрузки. Результатами являются перемещения, виброскорости, виброускорения и зона влияния воздействия. Описан переход от основного уравнения динамики к системе линейных алгебраических уравнений, приведены принципы формирования локальных и глобальных матриц жёсткости, масс и демпфирования, вектора внешних нагрузок, а также учёта граничных условий. Для интегрирования уравнений движения по времени использована схема Ньюмарка. Выполнена верификация разработанного динамического модуля путём сопоставления результатов с расчётами в ПК Plaxis. Дополнительно рассмотрена задача оценки эффективности железобетонного геотехнического барьера по снижению интенсивности колебаний до и за стенкой.

Ключевые слова: динамика грунтов, метод конечных элементов, нестационарная задача, схема Ньюмарка, распространение волн, геотехнический барьер.

Введение

Вопросы распространения волн в грунтах представляют собой достаточно частую, актуальную и сложную задачу геотехники [1]. Чтобы определить, безопасен ли источник динамического воздействия для фундаментов зданий и сооружений и для грунтового основания, необходимо выполнить расчёт с оценкой влияния этого воздействия на конкретную ситуацию [2].

Исходными данными для решения задачи динамики служат геометрическая схема сооружений и конструкций расчётной области, инженерно-геологическое напластование и динамические характеристики грунтов [3,4], а также параметры источника воздействия (частота и величина), задаваемые переменными по сценарию. Результатом расчёта являются амплитуды перемещений, виброскорости, виброускорения и зона влияния воздействия на грунтовый массив и расположенные в нём конструкции

Задача динамики является нестационарной [5-7]; при использовании линейно-упругой модели материала она остаётся линейной, однако наличие ускорения в числе неизвестных параметров требует применения специальных методов решения нестационарных задач [8,9]. Дополнительная сложность связана с наличием в системе линейных алгебраических уравнений нескольких матриц — матрицы масс, матрицы жёсткости и матрицы демпфирования [10,11].

Настоящая работа является продолжением серии публикаций, направленных на глубокое изучение численных методов в геотехнике [12-14], поэтому в ней рассмотрен переход от основного уравнения динамики к системе линейных алгебраических уравнений, решаемой методом конечных элементов. Подробно изложены способы построения локальных матриц жёсткости, масс и демпфирования, а также локального вектора правой части для конечного элемента, приведено описание учёта граничных условий и способов приложения нагрузок к узлам элемента.

В рамках статьи были решены две задачи: 1) верификация разработанного динамического модуля путём сопоставления результатов с расчётами в ПК Plaxis; 2) оценка эффективности геотехнического барьера по критерию снижения уровня колебаний до и за стенкой барьера.

Методы

В качестве модели материала принята линейно-упругая модель, что оправдано при решении динамических задач, поскольку в большей части грунтового массива распространяются именно упругие волны — данное допущение справедливо, в частности, при оценке распространения волн от фундаментов оборудования, забивки свай, вибропогружения свай и других динамических воздействий [15].

Динамическое поведение упругой среды описывается матричным уравнением движения, связывающим векторы перемещений, скоростей и ускорений узлов расчетной сетки с матрицами масс, демпфирования и жесткости системы, а также вектором внешних нагрузок(1):

$$M\cdot\ddot{u}(t) + C\cdot\dot{u}(t) + K\cdot u(t) = F(t) \quad (1)$$

где u(t) — вектор перемещений узлов; u̇(t) — вектор скоростей; ü(t) — вектор ускорений; M — матрица масс; C — матрица демпфирования; K — матрица жесткости; F(t) — вектор внешних нагрузок (в том числе сейсмических/динамических).

Матрица демпфирования принята в форме демпфирования Рэлея, что позволяет выразить её через матрицы масс и жесткости с помощью двух эмпирических коэффициентов:

$$C = \alpha\cdot M + \beta\cdot K \quad (2)$$

где α, β — коэффициенты демпфирования Рэлея.

Начнём с локальной матрицы жёсткости (3), которую целесообразно рассматривать совместно с матрицей производных функций формы (4) и матрицей упругих свойств системы (5):

$$[K^e] = \int_S [B]^T [De][B]dS = \Delta[B]^T[De][B] \quad (3)$$

$$[B^e] = \frac{1}{2\Delta}\begin{bmatrix} y_j - y_k & y_k - y_i & y_i - y_j & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_k - x_j & x_i - x_k & x_j - x_i \\ x_k - x_j & x_i - x_k & x_j - x_i & y_j - y_k & y_k - y_i & y_i - y_j \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$[D_e] = \frac{E}{(1-2\nu)(1+\nu)}\cdot\begin{Bmatrix} 1-\nu & \nu & 0 \\ \nu & 1-\nu & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Где, x_i, x_j, x_k, y_i, y_j, y_k -задают координаты вершин треугольного конечного элемента в глобальной системе координат (x,y); Δ — площадь

этого элемента, определяемая по координатам узлов; E – модуль упругости, МПа; v – коэффициент Пуассона.

Далее локальная матрица масс(6):

$$\mathbf{M}^e = \frac{\rho\Delta}{12}\begin{bmatrix}2&1&1&0&0&0\\1&2&1&0&0&0\\1&1&2&0&0&0\\0&0&0&2&1&1\\0&0&0&1&2&1\\0&0&0&1&1&2\end{bmatrix} (6)$$

где $\rho = \gamma/g$ — плотность материала, γ — объемный вес, $g = 9.81$ м/с² — ускорение свободного падения. Площадь треугольного элемента (6):

$$\Delta = \frac{1}{2}|(x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_3 - x_1)(y_2 - y_1)| (7)$$

Как правило, вектор правой части включает в себя вектор от собственного веса конечного элемента (8) и вектор внешних нагрузок (9); источником таких нагрузок могут служить сосредоточенные узловые силы либо равномерно распределённые нагрузки, которые в любом случае приводятся к узловым. В задаче динамики динамическая составляющая нагрузки часто описывается с помощью синусоидальной функции (10).

$$\mathbf{F}^e_{weight} = \frac{\gamma\Delta}{3}\begin{Bmatrix}0\\0\\0\\1\\1\\1\end{Bmatrix} (8)$$

$$\mathbf{F}^e_{edge} = \frac{L}{2}\begin{Bmatrix}0\\0\\0\\q_1(t)\\0\\q_2(t)\end{Bmatrix} (9)$$

$$q(t) = q_0 \sin(2\pi f t) (10)$$

где f — частота нагрузки (Гц), q_0 — амплитуда, L – длина ребра КЭ

Следующий этап — это глобальная сборка матриц жёсткости матриц масс и векторов правой части. Математический сборка может быть представлена в виде суммы элементов локальных в матриц (12, 13) согласно их глобальной нумерации. К вектору правой части применяется такой же подход(14).

$$\mathbf{K} = \sum_{e=1}^{N_{el}} \mathbf{K}^e (12),$$

$$\mathbf{M} = \sum_{e=1}^{N_{el}} \mathbf{M}^e, (13),$$

$$\mathbf{F}(t) = \sum_{e=1}^{N_{el}} \left(\mathbf{F}^e_{weight} + \mathbf{F}^e_{edge}(t)\right) (15)$$

Для учёта граничных условий, применяется следующая методика(рис.1).

Для закрепленной степени свободы i:

DOF для u_x: i – число степеней свободы по оси X;

DOF для u_y: $i + N_{nodes}$ – число степеней свободы по оси У;

где, i – номер узла; N_{nodes} — общее число узлов в сетке; где N_{el} — общее число элементов в сетке.

Строка i матрицы жесткости: $\mathbf{K}_{i,:} = 0, \mathbf{K}_{i,i} = 1$

Столбец i матрицы жесткости: $\mathbf{K}_{:,i} = 0$

Аналогично для матриц **M** и **C**

Вектор сил: $\mathbf{F}_i = 0$

Рисунок 1 Блок схема по установки граничных условий в матрицу жесткости и вектор правой части

Если узел расположен на границе Дирихле, соответствующую строку матрицы жёсткости необходимо полностью обнулить, а на диагонали поставить значение, равное единице; в векторе правой части при этом задаётся значение перемещения на границе, которое, как правило, равно нулю, поскольку перемещение в этой точке запрещено.

Для определения вектора перемещений на последующих шагах расчёта используется схема интегрирования Ньюмарка.

Метод основан на предположении о том, как ускорение изменяется внутри одного временного шага — обычно считается, что оно меняется линейно или остаётся постоянным (в зависимости от выбранных параметров схемы). Это позволяет выразить перемещения и скорости на новом шаге через известные значения на предыдущем шаге и через эффективную систему уравнений, которая включает матрицы масс, жёсткости и демпфирования. Начальное перемещение и виброскорость задавали равными 0. Алгоритм действий представлен на рисунке 2.

Шаг 0.

Начальные условия ($t = 0$):

Задать $\mathbf{u}_0$ и $\dot{\mathbf{u}}_0$

Вычислить $\ddot{\mathbf{u}}_0 = \mathbf{M}^{-1}(\mathbf{F}_0 - \mathbf{C}\dot{\mathbf{u}}_0 - \mathbf{K}\mathbf{u}_0)$

Шаг $n \to n+1$**:**

Вычислить $\mathbf{F}_{n+1} = \mathbf{F}(t_{n+1})$

Сформировать $\mathbf{K}_{eff} = \mathbf{K} + a_0\mathbf{M} + a_1\mathbf{C}$

Вычислить

$$\mathbf{F}_{eff} = \mathbf{F}_{n+1} + \mathbf{M}(a_0\mathbf{u}_n + a_2\dot{\mathbf{u}}_n + a_3\ddot{\mathbf{u}}_n) + \mathbf{C}(a_1\mathbf{u}_n + a_4\dot{\mathbf{u}}_n + a_5\ddot{\mathbf{u}}_n)$$

Решить $\mathbf{K}_{eff}\mathbf{u}_{n+1} = \mathbf{F}_{eff}$

Вычислить $\ddot{\mathbf{u}}_{n+1} = a_0(\mathbf{u}_{n+1} - \mathbf{u}_n) - a_2\dot{\mathbf{u}}_n - a_3\ddot{\mathbf{u}}_n$

Вычислить $\dot{\mathbf{u}}_{n+1} = \dot{\mathbf{u}}_n + a_6\ddot{\mathbf{u}}_n + a_7\ddot{\mathbf{u}}_{n+1}$

Повторять для всех временных шагов $n = 0, 1, 2, \ldots, N_{steps} - 1$.

Рисунок 2 Схема решения динамической задачи по Ньюмарку.

Расчет параметров метода Ньюмарка представлен в таблице 1.

Таблица 1
Расчетов параметров метода Ньюмарка

Номер параметра	Наименование	Формула для расчета
1	a_0	$a_0 = \frac{1}{\beta\Delta t^2}$
2	a_1	$a_1 = \frac{\gamma}{\beta\Delta t}$
3	a_2	$a_2 = \frac{1}{\beta\Delta t}$
4	a_3	$a_3 = \frac{1}{2\beta} - 1$
5	a_4	$a_4 = \frac{\gamma}{\beta} - 1$
6	a_5	$a_5 = \frac{\Delta t}{2}\left(\frac{\gamma}{\beta} - 2\right)$
7	a_6	$a_6 = \Delta t(1 - \gamma)$
8	a_7	$a_7 = \gamma\Delta t$

Где, $\Delta t = t_{n+1} - t_n$ — шаг по времени, β и γ — параметры метода Ньюмарка. ($\beta = 0.25, \gamma = 0.5$)

Результат 1. Верификация расчетного модуля

В рамках тестовой задачи рассмотрена ситуация, в которой источник колебаний расположен на поверхности грунта, а на некотором расстоянии от него установлена разделительная стенка из железобетона; за стенкой выполняется оценка снижения интенсивности динамического воздействия за счёт внедрения такого геотехнического барьера (бетонная стенка длиной 10 м и толщиной 1 м). Расчётная схема задачи представлена на рисунке 3, а исходные параметры приведены в таблице 2. Размеры расчетной области выбраны с целью исключения отраженных волн от нижней и боковых граней. Затухание колебаний происходит за счет Рэлеевского демпфирования. В ходе расчета были получены амплитуды перемещений (рис.4,5), скоростей и ускорений по оси X и У. В наглядного качестве сопоставления представлены графики перемещений. Скорости и ускорения имеют похожий характер и представлены только в формате результатов в таблице 3.

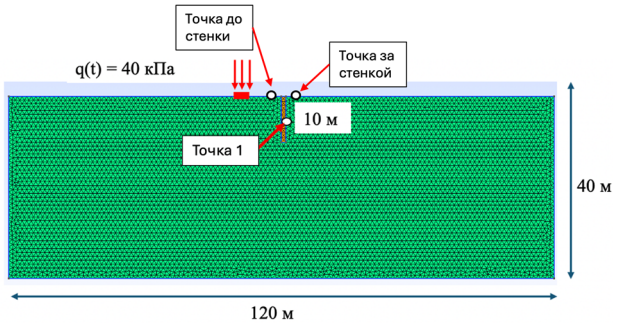


Рисунок 3 Тестовая расчетная схема с указанием точек для контроля колебаний.

Таблица 2
Исходные данные расчета

Параметр	Обозначение	Значение	Единица
Ширина расчётной области	B	120	м
Высота расчётной области	H	40	м
Модуль упругости	E	Грунт-12000 СВГ – 1e6	кПа
Плотность материалов	ρ	Грунт – 2 СВГ – 2	т/м^3
Коэффициент Пуассона	ν	Грунт -0.3 СВГ - 0.15	—
Рэлей Альфа	αR	0.01	—
Рэлей Бетта	βR	0.001	—
Амплитуда нагрузки	q_0	40	кПа
Частота нагрузки	f	15	Гц
Время расчёта	T	1	с

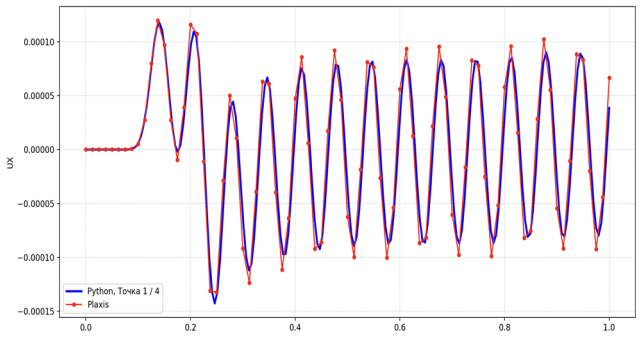


Рисунок 4 Сопоставление перемещений узла по оси X, м.

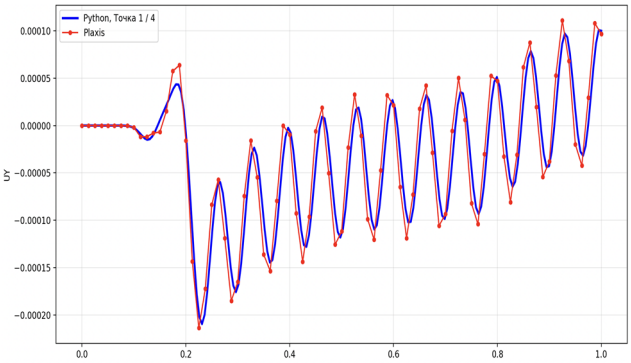


Рисунок 5 Сопоставление перемещений узла по оси Y, м

Таблица сравнения максимальных и минимальных значений контролируемых параметров представлена в таблице 3

Таблица 3
Сравнение расчетных показателей

Расчет	Перемещение, м		Виброскорость, м/с		Виброускорение, м/с2	
	ux	uy	vx	vy	ax	ay
Plaxis|max	0.00011983	0.00011072	0.009578	0.00801	0.8955	0.8938
Python|max	0.00011765	0.00011201	0.008914	0.006622	0.7899	0.7934
%	**1.8**	**1.2**	**6.9**	**17.3**	**11.8**	**11.2**
Plaxis|min	-0.00013269	-0.0002137	-0.011686	-0.00926	-0.8987	-0.7401
Python|min	-0.00013378	-0.0002108	-0.010434	-0.009162	-0.7938	-0.6181
%	**0.8**	**1.4**	**10.7**	**1.1**	**11.7**	**16.5**

Далее представлены изополя виброскорости (рисунок 6), для отображения качественной картины снижения колебаний за стенкой. Изополя перемещений и виброускорения демонстрируют аналогичный характер.

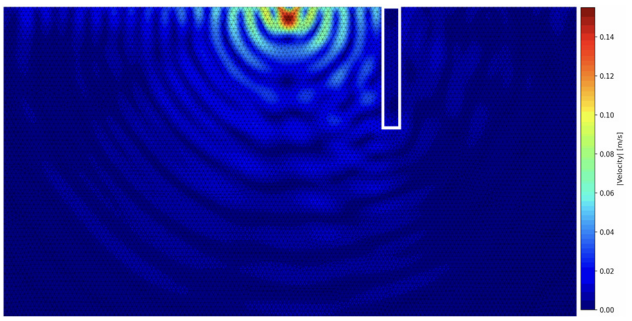
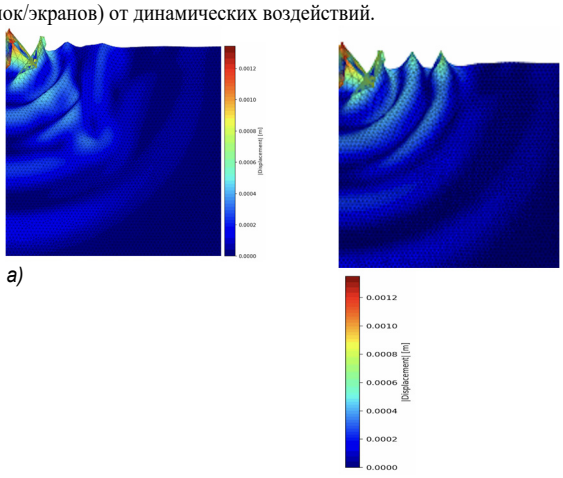


Рисунок 6 Фрагмент полных виброскоростей(результаты приближены в зоне нагрузки) в момент времени t = 0.528 с. Белым контуром показана зона стенки. Согласно изополям виброскоростей колебания за стенкой, справой стороны, значительном меньше, что говорит об эффективности стенки.

Результат 2. Оценки эффективности геотехнического барьера (стенки)

После получения принципиальной сходимости результатов с верифицированным ПК Plaxis, можно решить практическую задачу об эффективности устройства геотехнических барьеров (разделительных стенок/экранов) от динамических воздействий.



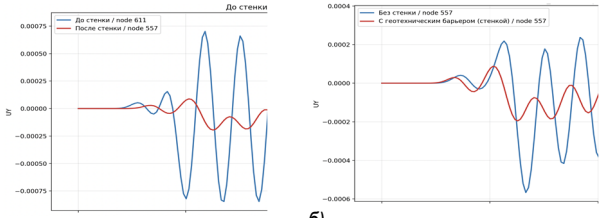
а)

б)

Рисунок 7 Сопоставление амплитуд и деформированных схем на участке между источник динамического воздействия и стенкой: а) есть разделительная стенка; б) стенка отсутствует.

Для этого была смоделирована ситуация когда в зоне стенки был задан жесткий материал (близкий к бетону) и грунт. Параметры и характеристики материалов представлены в таблице ранее. На рисунке 7 представлено сравнение деформированных схем со стенкой (а) и без нее (б).

Согласно деформированной схемам наличие разделительной стенки существенно снижает динамическое воздействие за ее пределами. Далее представлены графики вертикальных смещений грунта «до стенки» и «за стенкой» (рисунок 8, а). Согласно результатам значения виброперемещений за стенкой существенно ниже. Для оценки ее эффективности была смоделирована ситуация , когда в зоне стенки был грунт. Результаты виброперемещений представлены на рисунке 8,б.



а) *б)*

Рисунок 8 а)Сравнение амплитуд вертикальных перемещений грунта «до стенки» и «за стенкой»; б) Сравнение амплитуд вертикальных перемещений грунта без наличия стенки (без геотехнического барьера) – синий график; со стенкой (геотехническим барьером) – красный график. Точка за стенкой.

Таблица 4
Результаты колебания грунта

Расчет	Перемещение, м		Виброскорость, м/с		Виброускорение, м/с2	
	ux	uy	vx	vy	ax	ay
До стенки (стенка)	0.0002654	0.000779	0.01126	0.0699	0.95	6.8
За стенкой (стенка)	0.0001542	0.000101	0.00842	0.0076	0.613	0.69
%	**41.9**	**87.0**	**25.2**	**89.1**	**35.5**	**89.9**
До стенки (без стенки)	0.00029	0.00049	0.027	0.044	2.59	4.1
За стенкой (без стенки)	0.00015	0.00035	0.014	0.031	1.31	2.8
%	**48.3**	**28.6**	**48.1**	**29.5**	**49.4**	**31.7**
Эффективность стенки, %	**3**	**247**	**66**	**308**	**114**	**306**

Стоит отметить, что значения виброперемещений в зоне «до стенки», без ее наличия существенно ниже, что подтверждаем наличия

отражения волн от более жестких объектов чем окружающая среда (в нашем случае грунт). Таблица со сравнительными результатами представлена далее (таблица 4).

Обсуждение

Сопоставление результатов разработанного динамического модуля с ПК Plaxis показывает хорошее совпадение по перемещениям, тогда как расхождения по виброскорости и виброускорению оказались более выраженными. Это объясняется отсутствием в Plaxis возможности регулировать шаг по времени: крупный фиксированный шаг приводит к пикам на графиках виброскорости и ускорения при высокочастотных нагрузках, тогда как более гибкое интегрирование в разработанном модуле даёт плавные кривые.

Дополнительным фактором точности является плотность сетки конечных элементов — при использовании трёхузловых элементов сетку в зоне приложения распределённой нагрузки необходимо делать достаточно мелкой, иначе передача нагрузки на узлы искажается. В целом характер полученных графиков совпадает между двумя расчётными подходами, а расхождения в пиковых значениях можно считать особенностью реализации Plaxis. Это позволяет заключить, что разработанный модуль работает корректно и пригоден для решения практических задач распространения волн в упругой грунтовой среде.

Оценка эффективности геотехнического барьера показала, что наличие стенки снижает интенсивность колебаний за ней по всем контролируемым параметрам, при этом снижение вертикальной составляющей выражено существенно сильнее горизонтальной. При сопоставлении со сценарием без стенки собственный вклад барьера также оказался заметно выше для вертикальных составляющих колебаний, чем для горизонтальных. Полученные данные подтверждают, что разделительная стенка преимущественно эффективна в отношении вертикальной составляющей колебаний, что согласуется с механизмом её работы как экрана для поверхностных и вертикально распространяющихся волн, тогда как горизонтальная составляющая, связанная с волнами сдвига, гасится барьером в существенно меньшей степени.

Выводы

1) Разработанный динамический модуль на основе МКЭ показал хорошее совпадение с результатами ПК Plaxis: расхождение по перемещениям не превышает 2%, а по виброскорости и виброускорению — 6.9–17.3%, что подтверждает корректность работы модуля. Основной причиной расхождений по производным величинам является невозможность регулировать шаг по времени в Plaxis, что приводит к пикам на графиках при высокочастотных нагрузках.

2) Оценка эффективности геотехнического барьера показала, что разделительная стенка существенно снижает интенсивность колебаний за барьером, причём вертикальная составляющая колебаний гасится значительно эффективнее горизонтальной (снижение uy, vy и ay достигает 87–90% против 25–42% для горизонтальных компонент). Собственная эффективность стенки (за вычетом естественного затухания в грунте) для вертикальных параметров составила 247–308%, тогда как для горизонтальных — от 3% до 114%, что говорит о преимущественном экранирующем эффекте барьера в отношении вертикально распространяющихся волн.

Литература

1. Тер-Мартиросян, А. З. Безопасность эксплуатации оснований зданий и сооружений при динамическом воздействии / А. З. Тер-Мартиросян, Е. С. Соболев // Вестник МГСУ. — 2017. — Т. 12, № 5 (104). — С. 537–544. — DOI: 10.22227/1997-0935.2017.5.537-544. — EDN: YQPQXP.
2. Тер-Мартиросян, А. З. Особенности моделирования работы основания при динамических нагрузках при эксплуатации метрополитена / А. З. Тер-Мартиросян, В. В. Сидоров // Жилищное строительство. — 2022. — № 12. — С. 26–33. — DOI: 10.31659/0044-4472-2022-12-26-33. — EDN: NDCKUH.
3. Тер-Мартиросян, А. З. Специальные лабораторные исследования для определения динамических характеристик грунтов / А. З. Тер-Мартиросян, Е. С. Соболев // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. — 2017. — № 4 (30). — С. 41–42. — EDN: XYDPBJ.
4. Соболев, Е. С. Экспериментальные исследования скоростей упругих поперечных волн в грунтоцементе в зависимости от плотности, влажности и напряженного состояния / Е. С. Соболев, А. З. Тер-Мартиросян, Д. С. Морев // Геотехника. — 2019. — Т. 11, № 3. — С. 6–21. — DOI: 10.25296/2221-5514-2019-11-3-6-21. — EDN: WNVILB.
5. Парамонов, В. Н. Метод конечных элементов при решении нелинейных задач геотехники / В. Н. Парамонов. — Санкт-Петербург : Группа компаний «Георекконструкция», 2012.
6. Парамонов, В. Н. Процессы промерзания и оттаивания при устройстве подземных и заглубленных сооружений / В. Н. Парамонов, И. И. Сахаров, М. В. Парамонов // Жилищное строительство. — 2012. — № 9. — С. 21–23.
7. Промерзание и оттаивание грунтов : практические примеры и конечноэлементные расчеты / С. А. Кудрявцев, И. И. Сахаров, В. Н. Парамонов. — Санкт-Петербург : Группа компаний «Георекконструкция», 2014. — 247 с. — (Достижения современной геотехники). — ISBN 978-5-9904956-3-0.
8. Сахаров, И. И. Математическое моделирование изменения температуры грунта на языке программирования Python / И. И. Сахаров, В. М. Полунин, П. В. Литвинов // Промышленное и гражданское строительство. — 2023. — № 1–2. — С. 65–70. — DOI: 10.31659/0044-4472-2023-1-2-65-70.
9. Пономарев, А. Б. Решение задачи о распределении температурных полей в грунтовом массиве численными методами / А. Б. Пономарев, Д. С. Кораблев, В. М. Полунин // Строительство: наука и образование. — 2025. — Т. 15, № 1. — С. 48–58. — DOI: 10.22227/2305-5502.2025.1.5. — EDN: GCBUCI.
10. Фадеев, А. Б. Метод конечных элементов в геомеханике / А. Б. Фадеев. — Москва : Недра, 1987.
11. Королев, К. В. Механика грунтов. Т. 2 : учебник / К. В. Королев, А. М. Караулов. — Москва : ФГБОУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2022. — 488 с.
12. Полунин, В. М. Аналитические и численные методы определения напряжённого состояния массива грунта при решении плоской задачи / В. М. Полунин // Промышленное и гражданское строительство. — 2023. — № 9. — С. 27–40. — DOI: 10.31659/0044-4472-2023-9-27-40.
13. Полунин, В. М. Решение задачи стационарной фильтрации подземных вод методом конечных элементов / В. М. Полунин, И. П. Дьяконов, И. Б. Башмаков, Д. А. Болотов // Геотехника. — 2023. — № 4 (15). — С. 6–17. — DOI: 10.25296/2221-5514-2023-15-4-6-17.
14. Полунин, В. М. Реализация идеальной эластопластовой модели грунта в деформационной постановке / В. М. Полунин, И. С. Колюкаев, Д. С. Кораблев, Д. А. Паскачева // Геотехника. — 2023. — № 3 (15). — С. 26–42. — DOI: 10.25296/2221-5514-2023-15-3-26-42.
15. Васенин, В. А. Расчетная оценка параметров колебаний грунта при погружении свай : специальность 05.23.02 «Основания и фундаменты, подземные сооружения» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / В. А. Васенин. — Санкт-Петербург, 2002. — 167 с. — EDN: QDRIXR.

Numerical Solution of a Dynamic Problem on Geotechnical Barrier Effectiveness under Plane-Strain Conditions

Polunin V.M., Paskacheva D.A., Korablyov D.S., Vagurina A.V.

NIISF RAASN (Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The paper presents a numerical solution of a transient dynamic problem for an elastic soil medium in a plane-strain formulation using the finite element method. The proposed approach is intended to assess wave propagation induced by dynamic sources, including machinery foundations, pile driving, and vibro-installation of piles. The input data include the geometry of the computational domain, geological stratification, dynamic soil properties, and loading parameters. The calculation results comprise displacements, vibration velocities, accelerations, and the extent of the dynamic impact zone. The transition from the governing equation of motion to a system of linear algebraic equations is described. The procedures for assembling local and global stiffness, mass, and damping matrices, the external load vector, and boundary conditions are presented. The Newmark time-integration scheme is used to solve the equations of motion. The developed dynamic module is verified by comparing the results with calculations performed in Plaxis. In addition, the effectiveness of a reinforced-concrete geotechnical barrier is assessed based on the reduction of vibration intensity before and behind the wall.

Keywords: soil dynamics, finite element method, transient analysis, Newmark scheme, wave propagation, geotechnical barrier.

References

1. Ter-Martirosyan, A. Z., and Sobolev, E. S. Safety of operation of foundations of buildings and structures under dynamic loading. Vestnik MGSU, 2017, vol. 12, no. 5 (104), pp. 537–544. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.5.537-544. EDN: YQPQXP. (In Russian).
2. Ter-Martirosyan, A. Z., and Sidorov, V. V. Features of modelling foundation behavior under dynamic loads during metro operation. Zhilishchnoe stroitelstvo, 2022, no. 12, pp. 26–33. DOI: 10.31659/0044-4472-2022-12-26-33. EDN: NDCKUH. (In Russian).
3. Ter-Martirosyan, A. Z., and Sobolev, E. S. Special laboratory tests for determining dynamic soil characteristics. Prirodnye i tekhnogennye riski. Bezopasnost sooruzhenii, 2017, no. 4 (30), pp. 41–42. EDN: XYDPBJ. (In Russian).
4. Sobolev, E. S., Ter-Martirosyan, A. Z., and Morev, D. S. Experimental study of shear-wave velocities in soil cement depending on density, moisture content, and stress state. Geotekhnika, 2019, vol. 11, no. 3, pp. 6–21. DOI: 10.25296/2221-5514-2019-11-3-6-21. EDN: WNVILB. (In Russian).
5. Paramonov, V. N. Finite Element Method in Solving Nonlinear Problems of Geotechnics. Saint Petersburg: Georeconstruction Group of Companies, 2012. (In Russian).

6. Paramonov, V. N., Sakharov, I. I., and Paramonov, M. V. Freezing and thawing processes in the construction of underground and buried structures. Zhilishchnoe stroitelstvo, 2012, no. 9, pp. 21–23. (In Russian).
7. Kudryavtsev, S. A., Sakharov, I. I., and Paramonov, V. N. Freezing and Thawing of Soils: Practical Examples and Finite Element Calculations. Saint Petersburg: Georeconstruction Group of Companies, 2014. 247 p. ISBN 978-5-9904956-3-0. (In Russian).
8. Sakharov, I. I., Polunin, V. M., and Litvinov, P. V. Mathematical modeling of soil temperature variation using the Python programming language. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo, 2023, no. 1–2, pp. 65–70. DOI: 10.31659/0044-4472-2023-1-2-65-70. (In Russian).
9. Ponomarev, A. B., Korablev, D. S., and Polunin, V. M. Numerical solution of the problem of temperature-field distribution in a soil mass. Construction: Science and Education, 2025, vol. 15, no. 1, pp. 48–58. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.1.5. EDN: GCBUCI. (In Russian).
10. Fadeev, A. B. Finite Element Method in Geomechanics. Moscow: Nedra, 1987. (In Russian).
11. Korolev, K. V., and Karaulov, A. M. Soil Mechanics. Vol. 2: Textbook. Moscow: Educational and Methodological Center for Education in Railway Transport, 2022. 488 p. (In Russian).
12. Polunin, V. M. Analytical and numerical methods for determining the stress state of a soil mass in a plane-strain problem. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo, 2023, no. 9, pp. 27–40. DOI: 10.31659/0044-4472-2023-9-27-40. (In Russian).
13. Polunin, V. M., Dyakonov, I. P., Bashmakov, I. B., and Bolotov, D. A. Finite element solution of the steady-state groundwater flow problem. Geotekhnika, 2023, no. 4 (15), pp. 6–17. DOI: 10.25296/2221-5514-2023-15-4-6-17. (In Russian).
14. Polunin, V. M., Kolyukaev, I. S., Korablev, D. S., and Paskacheva, D. A. Implementation of an ideal elastoplastic soil model in the deformation formulation. Geotekhnika, 2023, no. 3 (15), pp. 26–42. DOI: 10.25296/2221-5514-2023-15-3-26-42. (In Russian).
15. Vasenin, V. A. Computational Assessment of Soil Vibration Parameters during Pile Driving: Cand. Sci. (Eng.) Dissertation, specialty 05.23.02 Foundations and Foundations, Underground Structures. Saint Petersburg, 2002. 167 p. EDN: QDRIXR. (In Russian).

Исследование дисперсионных характеристик акустических волн металлического волновода

Римлянд Владимир Иосифович
д.т.н., профессор, ВШ ФМН, Тихоокеанский государственный университет, 000292@ togudv.ru

В статье рассматривается дисперсионные характеристики акустических волн в волноводах. Выполнены численные расчеты дисперсионных зависимостей скорости звука продольных мод в стержне диаметрам 7 мм для симметричных колебаний, изгибных колебаний и крутильных колебаний. Анализируются искажения временной формы ультразвуковых импульсов, распространяющихся в среде с дисперсией. Показано, что в ультразвуковых системах неразрушающего контроля длинных металлических волноводов целесообразно применять нулевую крутильную моду колебаний или нулевую симметричную моду продольных колебаний.

Ключевые слова: акустические волны, ультразвук, дисперсия, волноводы, неразрушающий контроль, моды колебаний, численные расчеты, импульс.

Ультразвуковой неразрушающий контроль (УЗК) строительных конструкций позволяет обнаруживать скрытые дефекты, трещины и коррозию без демонтажа конструкций, а также оценивать их прочность. При проведении УЗК в длинных металлических волноводах (трубы, арматура, балки) возбуждаются продольные, изгибные и крутильные волны. Для каждого типа волн существенно отличаются параметры распространения: скорость, коэффициент затухания, дисперсионные характеристики. Данные факторы оказывают значительное влияние на метрологические характеристики измерительных систем различного типа. Дисперсионные характеристики акустических волн в металлических волноводах определяют зависимость фазовой и групповой скорости от частоты колебаний. Это приводит к искажению формы регистрируемых ультразвуковых импульсов, и как следствие влияет идентификацию дефектов и на точность определения их положения. Целью данной работы является теоретический анализ дисперсионных характеристик металлических стержней, и возникающих в следствие этого искажений возбуждаемых УЗ импульсов.

Расчет дисперсионных соотношений

На результаты акустических измерений влияют, как физические свойства материала волновода (неоднородности структуры, температурная зависимость модулей упругости, поглощение ультразвуковых колебаний и т. д.), так и его геометрические характеристики [1 - 8]. Влияние геометрических факторов на искажение формы ультразвуковых импульсов вследствие дисперсии скорости (C) и коэффициента затухания (α) рассмотрим полагая, что физические свойства материала «идеальны». В длинноволновом приближении ($\lambda = C/f >> d$, f - частота УЗ колебаний) дисперсия скорости отсутствует ($C_0 = (E/\rho)^{1/2}$, E – модуль Юнга, ρ - плотность материала) и основные изменения формы импульса обусловлены частотной зависимостью параметра α. На низких частотах ($f < 50$ кГц), для большинства металлов (стержней) $\alpha \sim f$ и не превосходит 0,1 дБ/м [1, 3-6, 9] при этом на базах до 20 м «уширения» длительности импульса не происходит. Условие $\lambda >> d$ выполняется для очень «тонких» волноводов ($d < 1$ мм), и не выполняется для большинства реальных задач УЗК. С другой стороны длинные стержни являются удобным объектом для исследования процесса распространения упругих колебаний в твердом теле [3].

Применение классических методов измерения скорости распространения ультразвуковых (УЗ) волн для стержней сопряжено с определенными трудностями [10, 11]. В связи с этим, для расчета дисперсии скорости УЗ колебаний в стержнях используем теоретический анализ на основе дисперсионных уравнений, приведенных в работе [12].

Для случая симметричных колебаний относительно оси стержня радиусом a уравнение движения можно записать цилиндрических координатах в виде:

$$\Delta - \frac{1}{C_L^2}\partial_t^2 \Phi = 0, \Delta - \frac{1}{C_S^2}\partial_t^2 \Psi = 0, \quad (1)$$

где Δ – оператор Лапласа в цилиндрических координатах, Φ, Ψ-скалярный и векторный потенциалы перемещений; C_L, C_S - скорости распространения продольных и сдвиговых волн соответственно.

Радиальные u_r и продольные смещения u_z смещения и составляющие напряжений радиальные G_{rr} и касательные G_{rz} в УЗ волне определяются по формулам:

$$u_r = \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial r \partial z}, u_r = \frac{\partial \Phi}{\partial z} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} - \frac{1}{C_S^2}\frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2}; \quad (2)$$

$$G_{rr} = 2\mu\frac{\partial u_r}{\partial r} + \lambda\left(\frac{u_r}{r} + \frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{\partial u_z}{\partial z}\right), G_{rz} = \mu\left(\frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{\partial u_z}{\partial z}\right); \quad (3)$$

где r, z - цилиндрические координаты (z направлена вдоль оси стержня), μ, λ - константы Ламе. Граничные условия полагаем нулевыми (напряжения на цилиндрической поверхности стержня при $r = a$ отсутствуют):

$G_{rr}(a, z, t) = 0$, $G_{rz}(a, z, t) = 0$ (4)

Решение уравнения (1) ищем в виде:

$\Phi = A\exp[ik(z - C t)]\, J_0(\nu_1 r)$, $\Psi = B\exp[ik(z - C t)]\, J_0(\nu_2 r)$, (5)

где A, B – постоянные; $k = \omega / C$ – волновое число; ω - циклическая частота УЗ колебаний; C – фазовая скорость распространения волны в стержне; $\nu_1 = \sqrt{k_1^2 - k^2}$, $\nu_2 = \sqrt{k_2^2 - k^2}$; $k_1 = \omega / C_L$; $k_2 = \omega / C_S$; $J_0(x)$ –

функция Бесселя нулевого порядка. Для определения постоянных A, B необходимо решения (5) подставить в граничные условия. Для получения ненулевого решения определитель полученной системы приравниваем к нулю и получаем характеристическое уравнение, что позволяет найти зависимость фазовой скорости от частоты. На рис. 1 приведены рассчитанные дисперсионные кривые для стержня диаметрам $2a = 7$ мм), полученные численным решением данного уравнения в пакете Maple 8. Пр и расчетах были приняты характеристики металлических стержней стали Х18Н10Т, реально используемых при УЗК: $C_L = 5740$ м/с, $C_S = 3100$ м/с, $C_0 = 4984$ м/с [13]. Групповая скорость рассчитывалась по формуле:

$$U = C + k\frac{\partial C}{\partial k} = C \Big/ \left(1 - \frac{f}{C}\frac{\partial C}{\partial f}\right). \quad (6)$$

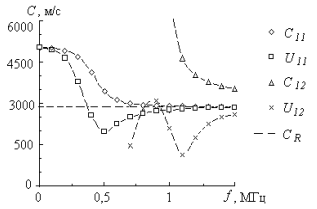


Рис. 1. Дисперсионные характеристики стержня для симметричных колебаний.

Как видно на рисунке фазовые и групповые скорости нулевой симметричной моды (кривые C_{11} и U_{11}) при $f \to 0$ стремятся к C_0, а при $f \to \infty$ к C_R, где $C_R = C_S \cdot (0{,}87+1{,}12\nu)/(1+\nu)$ – скорость распространения волн Рэлея [1], ν - коэффициент Пуассона. Первая симметричная мода (кривые C_{12} и U_{12}) и моды более высокого порядка подвержены очень сильной дисперсии. Максимальная частота, при которой изменения скоростей C_{11} и U_{11} не превосходят 10 м/с, для данного стержня около 100 кГц. Для продольных мод колебаний следует выбирать в качестве основной нулевую симметричную моду, а спектральный состав импульса таким, что бы максимум спектра лежал в области частот как можно ближе к нулевой частоте. Следует отметить так же, что, если спектр возбуждающего импульса достаточно широк, то для длинного волновода в сигнале, регистрируемом приемным преобразователем, следует ожидать выделение составляющих, распространяющихся со скоростями C_0, и C_R .

При неосесимметричном возбуждении УЗ колебаний возможна генерация изгибных колебаний. На основе уравнений движения в полярной системе координат, приведенных в [12], и полагая, что боковая поверхность стержня свободна от напряжений, были рассчитаны численными методами дисперсионные кривые. На рис. 2 приведены соответствующие графики, где C_{21} - фазовая скорость первой изгибной моды; C_{22} - фазовая скорость второй изгибной моды; U_{22} - групповая скорость второй изгибной моды; C_{23} - фазовая скорость третьей изгибной моды; U_{23} - групповая скорость третьей изгибной моды. При расчетах использовались выше приведенные параметры стержня. Как видно на рисунке, изгибные колебания подвержены дисперсии в большей степени, чем продольные колебания.

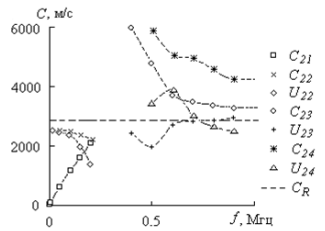


Рис. 2 Дисперсионные характеристики стержня для изгибных колебаний.

Первая изгибная мода колебаний на низких частотах имеет почти линейный закон дисперсии. Вторая мода на этих частотах обладает слабой дисперсией, скорость ее распространения несколько меньше C_R. Моды более высокого порядка «проявляются» на частотах выше и 0,4 МГц для стержня и имеют достаточно сложный закон дисперсии. В качестве «рабочей» можно выбрать моду C_{22} , при этом необходимо учитывать, что форма УЗ импульса может искажаться высокочастотными «хвостами» мод более высокого порядка.

Для крутильных колебаний имеем $u_r = u_z = 0$ и u_φ не зависит от φ. В этом случае из уравнение колебаний приведенных в [12] можно получить уравнение

$$\frac{\partial^2 U_\varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial U_\varphi}{\partial r} + \left(\frac{\omega^2}{C_S^2} - \alpha^2 - \frac{1}{r^2}\right)U_\varphi = 0 \quad (7)$$

Полагая, что боковая поверхность цилиндра свободна от напряжений ($G_{r\varphi}(a, z, t) = 0$) получаем дисперсионное уравнение:

$\beta a J_0(\beta a) = 2J_1(\beta a)$ (8)

Результаты численного решения уравнения (8), для стержня диаметром 7 мм приведены на рис. 3 (C_{21} - фазовая скорость первой крутильной моды; U_{21} - групповая скорость первой крутильной моды; C_{22} - фазовая скорость второй крутильной моды; U_{22} - групповая скорость второй крутильной моды; C_S - скорость распространения сдвиговых волн (нулевая крутильная мода). Решение $C = C_S$ тривиально, т.к. при этом $\beta = 0$ обе части уравнения (8) обращаются в нуль, что соответствует нулевой крутильной моде).

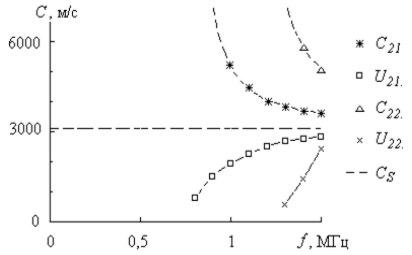


Рис. 3 Дисперсионные характеристики стержней для крутильные колебаний

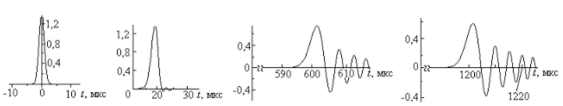
На рисунке видно, что дисперсионные характеристики для крутильных колебаний имеют более простой вид, чем для продольных и изгибных колебаний. При этом для всех частот присутствует нулевая мода, распространяющаяся со скоростью C_S. В этом смысле крутильные колебания являются наиболее оптимальными, позволяющими свести к минимуму дисперсионные искажения сигнала. Особенно если учесть, что возбуждающий УЗ импульс может не иметь «высокие» частоты, порождающие моды высокого порядка. Крутильные колебания используются в магнитострикционных системах. С другой стороны на передний фронт колебания, распространяющегося со скоростью C_S могут накладываться «хвосты» волн другого типа, распространяющиеся с большей скоростью, возбуждение которых весьма вероятно, что приводит к снижению точности регистрации времени распространения УЗ импульса при неразрушающем контроле.

Дисперсионные искажения УЗ импульса

Искажения временной формы УЗ импульсов, распространяющихся в среде с дисперсией, описываются выражением (рассматриваем одномерный случай, реализующийся для длинных волноводов):

$$u(x,t) = \int_{-\infty}^{\infty} U^*(\omega)\, exp\left[-\alpha(\omega)x + j\left(\omega t - \frac{\omega}{C(\omega)}x\right)\right] d\omega, \quad (9)$$

где $U^*(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} u(0,t)\, exp\left[-j(\omega t)\right] dt$ - спектр УЗ импульса на входе в «дисперсионную» среду; $\alpha(\omega)$ - коэффициент затухания УЗ колебаний; $C(\omega)$ - функция, определяющая частотную зависимость скорости распространения УЗ колебаний. При $\alpha(\omega) = 0$ и $C(\omega) = C_0$ при распространения УЗ импульса в «идеальном» волноводе его форма не изменяется. Форма УЗ импульсов, полученная с помощью выражения (9), для различных x и при $\alpha(\omega) = 8 \cdot 10^9 \omega$, спектральной плотности «исходного» УЗ сигнала $U(\omega) = exp(-0{,}4\omega^2)$ и $C(\omega) = C_{11}(\omega)$ (см. рис. 1) представлена на рис. 4 (расчеты выполнены в пакете Maple 8).



а) *б)* *в)* *г)*

Рис. 4 Дисперсионные искажения формы УЗ импульса: а - x = 0 м, б - x = 0,1 м, в - x = 3 м, г - x = 6 м,

Как видно на рисунке, дисперсия проявляется в искажении формы импульса – происходит увеличение длительности переднего фронта и «модуляция» заднего фронта и соответственно в изменении временных интервалов для характерных точек импульса. По мере увеличения расстояния между излучателем и приемником УЗ колебаний длительность

модуляционных явлений на заднем фронте увеличивается и увеличивается частота «модуляции». При наличии дисперсии отличия отдельных параметров для регистрируемого импульса (например времени распространения максимума амплитуды эхо-импульса) от «идеального» (без дисперсии) может достигают нескольких микросекунд, т.е. погрешность расчетных значений параметра x может составлять 10 мм и более, что достаточно критично при неразрушающем контроле.

Заключение

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы. При УЗК для достаточно длинных металлических волноводов и различных измерительных целесообразно применять нулевую крутильную моду колебаний, т. к. в этом случае дисперсия скорости отсутствует, либо нулевую симметричную моду продольных колебаний, для которой дисперсионная зависимость скорости распространения УЗ колебаний наиболее проста. Учитывая, что продольная мода C_{11} , в этом случае имеет наибольшую скорость, предпочтение следует отдать продольной нулевой симметричной моде. При этом необходимо точно знать спектр возбуждаемого УЗ импульса (функцию $U^*(\omega)$), и определять поправки на стадии метрологической аттестации установки экспериментально и в дальнейшем спектральный состав входного воздействия не изменять. Соответственно при смене излучающего преобразователя или возбуждающего электрического сигнала необходимо проводить дополнительные измерения.

Литература

1. Дъеласан Э., Руайе Д. Упругие волны в твердых телах. М.: Наука, 1982. 424 с.
2. Таблицы физических величин. Справочник. / Под ред. И. К. Кикоина. М.: Атомиздат, 1976. С. 760.
3. 229 Ерофеев В.А., Клюева Н.В. Солитоны и нелинейные периодиче-ские волны деформации в стержнях, пластинах и оболочках (обзор) // Акустический журнал. 2002. Т. 48. № 6. С. 725 - 740.
4. Jeong H., Hsu D.K. Experimental analysis of porosity induced ultrasonic attenuation and velocity change in carbon composites // Ultrasonic. 1995. Vol. 33. №. 3. P. 195 – 203.
5.. Методы акустического контроля металлов / Алешин Н.П., Белый В.Е., Вопилкин А.Х., Ермолов И.Н., А.К. Гурвич. М.: Машиностроение, 1989. 455 с.
6. Ушаков В. М. Ультразвуковой контроль объектов атомной энергетики – М.: Издательский дом «Спектр», 2025. 332 с
7. Feng X. et al. Investigating the dispersion characteristics of symmetric and asymmetric modes in rails: A theoretical and experimental study. //Applied Acoustics 2024. Vol. 220, P. 109931.
URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X24000823 (дата обращения: 10.16.2026).
8. Драчёв К. А., Римлянд В. И., Савченко В. В. Распространение акустических волн в металлических трубах. // Вестник ТОГУ. 2014. № 4(35) С.17-24.
9. Obaton, AF., Wang, Y., Butsch, B. et al. A non-destructive resonant acoustic testing and defect classification of additively manufactured lattice structures. //Weld World 65, P. 361–371 (2021). URL: https://doi.org/10.1007/s40194-020-01034-7 (дата обращения: 10.06.2026).
10. Труэл Р., Эльбаум Ч., Чик Б. Ультразвуковые методы в физике твердого тела. М.: Мир. 1978. 544 с.
11. Jmano Kazuhico, Jnoue Hiroshi. Measurement method of ultrasonic velocity in liquid and solid using continuons wave signal // JaP. J. Appl. Phys.pt. 1995. Vol. 34. №. 5. P. 2774 – 2777.
12. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир. 1975. 802 с.
13. Архипов В.И., Кондратьев А.И. О качестве образцов для ультразвуковых измерений // Дефектоскопия. 1991. № 10. С. 41 – 49.

Nvestigation of dispersion characteristics of acoustic waves of a metal waveguide

Rimlyand V.I.
Pacific National University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article discusses the dispersion characteristics of acoustic waves in waveguides. Numerical calculations of the dispersion dependences for a metal rod with a diameter of 7 mm of the longitudinal modes of symmetrical vibrations, bending vibrations and torsional vibrations are performed. The distortions of the temporal shape of ultrasonic pulses propagating in a medium with dispersion are analyzed. It is shown that in ultrasonic systems of non-destructive testing of long waveguides, it is advisable to use a zero torsional vibration mode or a zero symmetric longitudinal vibration mode.

Keywords: acoustic waves, ultrasound, dispersion, waveguides, non-destructive testing, vibration modes, numerical calculations, pulse.

References

1. Gyelasan E., Royet D. Elastic waves in solids. Moscow: Nauka Publ., 1982. 424 p.
2. Tables of physical quantities. Guide. / Edited by I. K. Kikoin. Moscow: Atomizdat, 1976. pp. 760.
3. 229 Erofeev V.A., Klyueva N.V. Solitons and nonlinear periodic deformation waves in rods, plates and shells (review) // Acoustic Journal. 2002. Vol. 48. No. 6. P. 725-740.
4. Jeong H., Hsu D.K. Experimental analysis of porosity induced ultrasonic attenuation and velocity change in carbon composites // Ultrasonic. 1995. Vol. 33. No. 3. P. 195 – 203.
5.. Methods of acoustic control of metals / Alyoshin N.P., Bely V.E., Vopilkin A.Kh., Ermolov I.N., A.K. Gurvich. Moscow: Mashinostroenie, 1989. 455 p.
6. Ushakov V. M. Ultrasonic monitoring of nuclear power facilities, Moscow: Spektr Publishing House, 2025. 332 p.
7. Feng X. et al. Investigating the dispersion characteristics of symmetric and asymmetric modes in rails: A theoretical and experimental study. //Applied Acoustics 2024. Vol. 220, P. 109931.
URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X24000823 (date of request: 10.16.2026).
8. Drachev K. A., Rimlyand V. I., Savchenko V. V. Propagation of acoustic waves in metal pipes. // Bulletin of TOGU, 2014, No. 4(35) pp.17-24.
9. Obaton, AF., Wang, Y., Butsch, B. et al. A non-destructive resonant acoustic testing and defect classification of additively manufactured lattice structures. //Weld World 65, P. 361–371 (2021). URL: https://doi.org/10.1007/s40194-020-01034-7 (date of reference: 06/10/2026).
10. Truel R., Elbaum Ch., Chick B. Ultrasonic methods in solid state physics. Moscow: Mir. 1978. 544 p.
11. Jmano Kazuhico, Jnoue Hiroshi. Measurement method of ultrasonic velocity in liquid and solid using continuons wave signal // JaP. J. Appl. Phys.pt . 1995. Vol. 34. No. 5. P. 2774 – 2777.
12. Novatsky V. Theory of elasticity. Moscow: Mir. 1975. 802 p.
13. 252. Arkhipov V.I., Kondratiev A.I. On the quality of samples for ultrasonic measurements // Flaw detection. 1991. No. 10. pp. 41-49.

Сага развертывания и восстановление в FPGA-FaaS с полной реконфигурацией устройства

Степаниденко Дмитрий Сергеевич
магистрант, МИРЭА — Российский технологический университет, dimitrij.stepanidenko@gmail.com,

Штрекер Евгений Николаевич
кандидат технических наук, доцент кафедры вычислительной техники, МИРЭА — Российский технологический университет, Shtreker@mirea.ru

Работа продолжает линию резерв-ориентированного размещения для FPGA-FaaS с динамически генерируемыми оболочками и полной загрузкой битстрима [1]. Базовая модель пула, состояния платы и правило сохранения резерва предполагаются известными; данная статья детально рассматривает жизненный цикл развертывания. Длительные аппаратные действия — синтез, прошивка, проверка, дренаж — занимают секунды или минуты и не могут выполняться внутри транзакции базы состояния, а несколько оркестраторов способны одновременно принимать запросы на одну функцию. Цель работы — обеспечить распределенно корректное развертывание без длительных глобальных блокировок. Решаемые задачи: разложить жизненный цикл на короткие транзакции состояния и длительные аппаратные шаги; защитить переходы от устаревших владельцев; гарантировать непрерывность пользовательского маршрута при замене; восстановить безопасное состояние после сбоев. Предложены: машина состояний попытки развертывания из одиннадцати состояний; отгораживание устаревших владельцев через сравнение аренды и поколения состояния платы; атомарная смена маршрута с проверкой поколения; пять консервативных правил восстановителя. Заданы инварианты конфигурации. Практическое применение — управляющая плоскость FPGA-FaaS с полной реконфигурацией, корректно работающая при нескольких оркестраторах и потерях аренды.

Ключевые слова: ПЛИС, FPGA-FaaS, сага развертывания, аренда, отгораживание устаревших владельцев, инвариант конфигурации, безопасность переходов, восстановление.

Введение

Резерв-ориентированная модель размещения функций для FPGA-FaaS с полной загрузкой устройства описана в предыдущей работе авторов [1]. В этой модели платформа генерирует оболочку под функцию, ПЛИС полностью реконфигурируется, единицей размещения является вся плата, а свободные платы образуют защищаемый резерв.

Длительные аппаратные действия делают развертывание распределенной задачей. Несколько оркестраторов могут одновременно принимать запросы на одну функцию, аренда платы может истечь во время прошивки, новый образ может не пройти проверку, а пользовательский маршрут не должен оставаться без активной цели даже при сбое. Простое решение «взять блокировку и выполнить все шаги» неприемлемо: блокировка длиной в десятки секунд превратится в глобальный отказ для всего кластера. Требуется явное разделение коротких транзакций состояния и длительных аппаратных действий, защищенных арендой.

FPGA-FaaS-системы с механизмами жизненного цикла традиционно опираются на частичную реконфигурацию (dynamic partial reconfiguration, DPR): F3 встраивает ускорение в Kubernetes-стек и размещает функции в областях vFPGA [2]; Funky управляет состоянием, вытеснением и контрольными точками в облачно-нативном стеке [3]; Mantle формализует разделение между оболочкой, промежуточным слоем и пользовательской ролью [4]; OffRAC выносит вызов ускорителя за пределы хоста [5]. Управление парком ПЛИС через реестр устройств и масштабирование реплик рассматривают BlastFunction [6,7], а Serverless FPGA исполняет функцию на плате без участия хоста [8]; во всех этих системах единицей размещения остается часть кристалла или одна функция на плату. В рассматриваемой архитектуре единицей размещения и единицей восстановления является вся плата с полным битстримом. Pundir и соавторы анализируют уязвимости времени выполнения FPGA-as-a-Service [9] и показывают, что некорректное завершение или ошибки драйвера могут привести к отказу в обслуживании или утечке данных; отсюда правило восстановителя «вернуть плату в free только при доказанном безопасном состоянии» становится не только инженерным, но и эксплуатационно-обязательным. Работа Perepelitsyn и Kulanov рассматривает развертывание FPGA-as-a-Service в условиях изменяющихся требований и сред [10] и поясняет, зачем поля совместимости shell_family и shell_version проверяются на этапе резервирования.

В данной статье жизненный цикл развертывания реализован как сага из одиннадцати состояний попытки и парных «короткая транзакция / длительное действие» для каждого этапа. Задана атомарная транзакция смены маршрута с защитой через route_generation, при которой пользовательский маршрут не проходит через состояние «нет активной платы». Сформулированы пять консервативных правил восстановителя, исключающих повторное использование платы без доказательства ее безопасного состояния. Показано, что отгораживание устаревших воркеров через сравнение аренды и поколения состояния платы защищает от ошибок без длинных глобальных блокировок.

Материалы и методы исследования

Постановка задачи: длительные действия в распределенной среде

В рассматриваемой архитектуре пользователь предоставляет HDL-описание функции; платформа генерирует под него оболочку, синтезирует битстрим, загружает его на ПЛИС и проверяет готовность платы перед публикацией маршрута. Подготовка битстрима занимает от десятков секунд до нескольких минут в зависимости от сложности проекта; загрузка и проверка — порядок секунд. Полный битстрим перезаписывает все содержимое ПЛИС (полная реконфигурация), поэтому единицей размещения является вся плата, а не часть кристалла. Для замены активной функции старая плата остается active до публикации нового маршрута, а новая параллельно проходит этапы programming и validating.

Эти временные масштабы делают развертывание распределенной задачей. Несколько оркестраторов могут одновременно принимать запросы на одну функцию; аренда платы может истечь во время прошивки; новый образ может не пройти проверку; пользовательский маршрут не должен оставаться без активной цели даже при сбое. Простое решение «взять блокировку и выполнить все шаги» неприемлемо: блокировка длиной в десятки секунд превратится в глобальный отказ для всего кластера. Поэтому жизненный цикл развертывания строится как сага из коротких транзакций состояния и длительных аппаратных шагов между

ними, защищенных арендой и поколением. Распределенное корректное размещение требует, чтобы локально принятое решение оркестратора — выбор платы и проверка правила сохранения резерва — подтверждалось транзакцией базы состояния, а не оставалось личной гипотезой одного процесса.

Состояния платы и попытки развертывания

Базовая модель пула с шестью счетчиками плат (free_count, reserved_count, programming_count, validating_count, active_count, draining_count) и параметром min_free_reserve задана в [1]. В рамках саги дополнительно используются идентификаторы попытки развертывания и маршрута. Данные идентификаторы представлены на таблице 1.

Таблица 1
Идентификаторы саги развертывания

Сущность	Назначение
deployment_id	Долговечная попытка развертывания или переноса функции
lease_owner, lease_id, lease_until	Аренда платы, выданная конкретному оркестратору на конечное время
board_generation	Поколение состояния платы; растет при каждом значимом изменении
route_generation	Поколение маршрута функции; растет при каждой атомарной смене

Состояния платы образуют машину из десяти состояний: четыре «рабочих» (free, active, draining — старая плата при замене, maintenance) и шесть переходных или аварийных. Состояния платы представлены в таблице 2.

Таблица 2
Состояния платы

Состояние	Значение в контексте саги
free	Плата свободна и может быть зарезервирована
reserved	Резервирование зафиксировано, аппаратное действие не начато
programming	На плату загружается полный битстрим
validating	Проверяется готовность и корректность образа
ready	Проверка прошла, плата ожидает публикации маршрута
active	Плата обслуживает функцию
draining	Новые вызовы не отправляются, старые могут завершаться
unknown	Состояние не известно после сбоя или потери связи
failed	Плата исключена до восстановления
maintenance	Плата удерживается оператором

Переходы между состояниями платы образуют ее жизненный цикл (рис. 1): нормальный путь ведет от free через резервирование, прошивку и проверку к active, а после замены — через draining обратно в free; сбой или потеря связи переводят плату в unknown, откуда восстановитель возвращает ее в free только при доказанной безопасности, иначе — в failed или maintenance. Те же переходы с условиями срабатывания (охранными выражениями) показаны на рисунке 1.

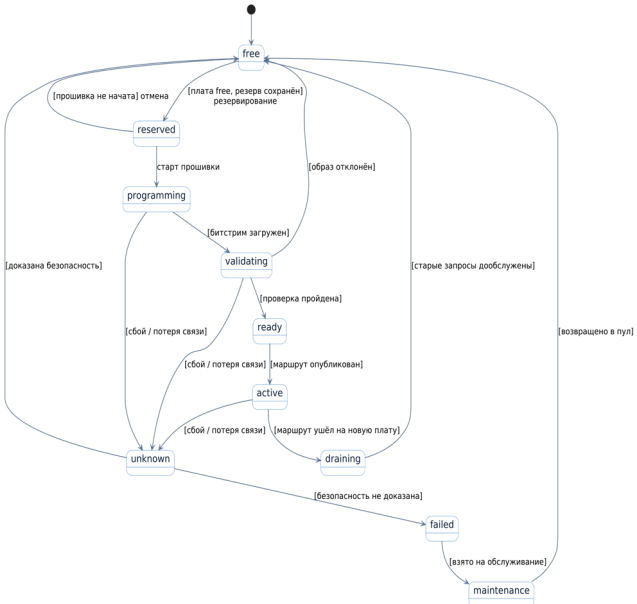


Рисунок 1 — Машина состояний платы с условиями переходов

Состояние попытки развертывания связано с состоянием платы, но не совпадает: попытка может находиться в releasing_old, пока старая плата остается в draining. Назначение каждого состояния попытки развертывания:

Таблица 3
Состояния попытки развертывания

Состояние	Смысл
requested	Запрос принят, плата еще не зарезервирована
board_reserved	Резервирование платы зафиксировано
programming	Выполняется загрузка полного образа
validating	Плата проверяется перед публикацией
ready	Новая плата готова к активации
activating	Идет транзакция публикации или смены маршрута
active	Новая плата стала активной
releasing_old	Ожидается завершение старых запросов и освобождение старой платы
completed	Сага завершена
failed	Попытка завершилась ошибкой без ложного успеха
cancelled	Попытка отменена до опасной аппаратной стадии

Переходы между этими состояниями образуют машину состояний попытки развертывания (Рисунок 2): счастливый путь ведет от requested к completed; отмена (cancelled) возможна только до опасной аппаратной стадии, а сбой или потеря аренды на самой стадии переводят попытку в failed. Переходы в терминальные состояния выполняет восстановитель. Попытка переходит в следующее состояние не сама по себе, а лишь когда выполнено условие перехода; те же переходы с этими условиями (охранными выражениями в квадратных скобках).

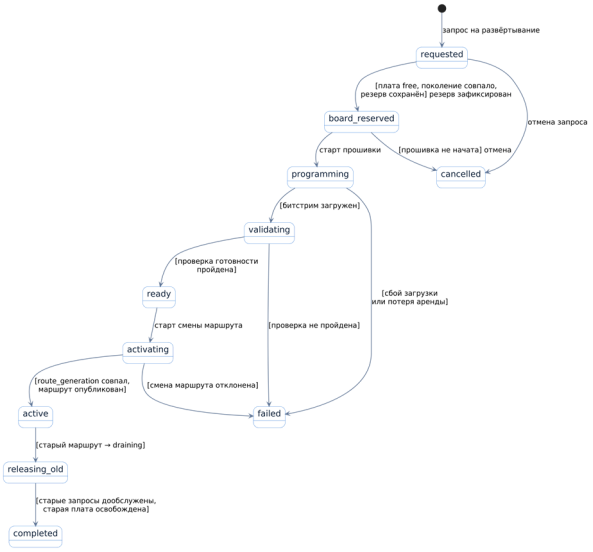


Рисунок 2 — Машина состояний попытки развертывания с условиями переходов

Формализация: конфигурация и инварианты

Конфигурация системы C задается состояниями и атрибутами плат, счетчиками пулов, маршрутами функций и записью попыток развертывания. Для платы b обозначим через $\sigma(b)$ ее состояние из набора состояний платы, через $g(b)$ — поколение board_generation, через $\ell(b)$ — идентификатор действующей аренды lease_id. Для пула p обозначим N_p — число плат, f_p — счетчик free_count, R_p — параметр min_free_reserve. Маршрут активной функции задается активной платой, активной попыткой и поколением route_generation.

Конфигурация называется корректной, если выполнены пять инвариантов:

1. **Сохранение резерва.** Для каждого пула p, защищающего горячий резерв, в любой конфигурации, достижимой холодными размещениями, выполнено $f_p \geq R_p$. Горячее размещение может временно опустить f_p ниже R_p, так как горячий класс вправе занять последнюю свободную плату.
2. **Согласованность счетчиков.** Для каждого пула сумма плат по состояниям равна N_p, и каждый счетчик равен числу плат пула в соответствующем состоянии.
3. **Единственный писатель.** В каждый момент не более одного оркестратора владеет действующей арендой на плату b. Изменяющая состояние запись по плате b фиксируется только при совпадении предъявленных $\ell(b)$ и $g(b)$ с зафиксированными в хранилище.

4. **Маршрут указывает на проверенную плату.** Если маршрут функции активен, его активная плата находилась в состоянии active в момент публикации, а изменение маршрута возможно только атомарной сменой.

5. **Развернуть прежде чем освобождать.** При замене старая плата не переводится в free раньше, чем новый маршрут опубликован на плату, прошедшую validating и ставшую active.

Транзакции, которые устанавливают и сохраняют эти инварианты, описаны ниже; формальные свойства саги доказываются относительно них.

Длительные действия и короткие транзакции

Для замены или миграции активной функции порядок действий строже, чем для нового размещения. Старая плата продолжает обслуживать трафик; платформа резервирует другую свободную плату, синтезирует или достает из кеша битстрим, программирует и проверяет новую плату, атомарно переключает на нее маршрут, дожидается завершения старых запросов на прежней плате и только после этого освобождает ее. Такой порядок задает инвариант «сначала развернуть, потом освобождать»: старая плата не освобождается до того, как новая проверена и опубликована как активная. Перезапись занятой платы разрушает текущий образ, поэтому в среде с полной реконфигурацией нет безопасного способа сэкономить на этом инварианте.

Длительные действия — синтез, прошивка, проверка, ожидание дренажа — не выполняются внутри транзакции базы состояния. Транзакция длиной в десятки секунд превратилась бы в глобальную блокировку и заблокировала бы все другие развертывания в кластере. Поэтому сага делится на короткие транзакции состояния (резервирование, смена этапа, смена маршрута, освобождение) и длительные аппаратные шаги между ними, защищенные арендой и поколением.

Распределенная синхронизация

Транзакция резервирования

Локально корректный план может стать неверным после конкурентного обновления: два оркестратора могут прочитать один снимок, оба удовлетворить инварианту резерва и одновременно зарезервировать платы, нарушив инвариант совместно. Размещение становится действительным только после короткой транзакции. Она выполняет проверки: выбранная плата все еще free; поколение платы совпадает со снимком; требования функции совместимы с платой; после резервирования одной платы инвариант пула остается истинным. Та же транзакция выполняет записи: уменьшает pool.free_count, увеличивает pool.reserved_count, переводит плату в reserved, записывает deployment_id, lease_owner, lease_id, lease_until, увеличивает board_generation и создает запись развертывания. Синтез, прошивка, проверка и ожидание дренажа не выполняются внутри транзакции.

Аренда и поколение

После резервирования оркестратор получает аренду: владельца, уникальный lease_id, срок действия и поколение платы. Каждый последующий шаг проверяет эти поля:

"update board only if board.id == target_board_id and board.lease_id == expected_lease_id and board.generation == expected_generation".

Если проверка не проходит, воркер останавливается и перечитывает состояние. Он мог потерять аренду, а восстановитель мог уже изолировать плату или продолжить операцию. Такое отгораживание устаревших владельцев защищает от старых процессов, сетевых задержек и повторной доставки команд.

Маршрут как пользовательская истина

Если функция вызывается через маршрутизатор, запись маршрута является пользовательской истиной. Развертывание не активно, пока маршрут не указывает на проверенную плату. Смена маршрута выполняется атомарно: новая плата должна быть ready, попытка развертывания должна владеть арендой, а route_generation должен совпадать с ожидаемым значением.

Транзакция смены маршрута записывает active_board_id и active_deployment_id, увеличивает route_generation, переводит новую плату в active, старую — в draining, и переводит счетчики пула новой платы из reserved в active. Старый маршрут не удаляется до публикации нового; если загрузка или проверка нового образа завершается ошибкой, старый маршрут остается активным.

Восстановитель

Восстановитель является ролью оркестратора. Он сканирует просроченные аренды, зависшие состояния развертывания, платы в unknown, осиротевшие резервирования и расхождения счетчиков пула. Правило восстановителя должно быть консервативным: если нельзя доказать, что плата безопасна для повторного использования, она не возвращается в free. Такая консервативность согласуется с эксплуатационными и безопасностными рисками FPGA-as-a-Service [9].

Типовые случаи восстановления:

1. Оркестратор упал после резервирования, но до загрузки: восстановитель может вернуть плату в free, если аппаратное действие не начиналось.
2. Оркестратор упал после начала загрузки: плата переводится в unknown, failed или maintenance, пока проверка не докажет безопасное состояние.
3. Проверка нового образа не прошла: развертывание становится failed, старый маршрут остается активным.
4. Два оркестратора пытаются сменить один маршрут: выигрывает только транзакция с актуальным route_generation.
5. Плата зависла в draining: восстановитель проверяет отсутствие активного маршрута и незавершенных запросов, затем выполняет транзакцию освобождения.

Ограничения

Описанная сага не гарантирует мгновенного восстановления и не оптимизирует время простоя при сбое. Она ставит безопасность переходов и доказательность состояния выше скорости: если состояние платы не доказано безопасным, плата изолируется и требует подтверждения, что увеличивает время восстановления. Сага не описывает версионирование, канареечные развертывания и пользовательские псевдонимы маршрутов.

Времена синтеза, загрузки полного битстрима, проверки и дренажа в работе не приводятся: эти величины зависят от платы, инструментария и транспорта загрузки.

Выводы

Жизненный цикл развертывания в FPGA-FaaS с полной загрузкой устройства распадается на короткие транзакции состояния и длительные аппаратные действия; сага связывает их через резервирование, аренду с поколением платы и атомарную смену маршрута.

Распределенная корректность обеспечивается транзакциями и отгораживанием устаревших владельцев, без длинных глобальных блокировок.

Восстановитель удерживает систему в безопасном состоянии при сбоях, возвращая плату в free только при доказанном безопасном состоянии.

Подход дополняет резерв-ориентированную модель размещения [1] и фиксирует отличие FPGA-FaaS с полной загрузкой устройства от платформ с частичной реконфигурацией: единицей резервирования и единицей восстановления является вся плата.

Литература

1. Степаниденко Д. С., Рыжова А. А. Динамически генерируемые оболочки для бессерверных вычислений на ПЛИС // Цифровизация экономики и финансов: модели, методы и технологии : Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Финансовый университет, Москва, 22-23 апреля 2026 года / Под редакцией Д. И. Коровина, В. Е. Косарева, коллектив авторов. — Москва : ООО "Издательский дом "Научная библиотека", 2026. – 538 с. – ISBN 978-5-908155-22-9. — DOI: 10.36871/978-5-908155-22-9.

2. Mainas C. и др. F3: An FPGA-accelerated FaaS Framework // 34th International Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing (HPDC '25). 2025. С. 1–16.

3. Koshiba A., Mainas C., Bhatotia P. Funky: Cloud-Native FPGA Virtualization and Orchestration // ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC '25). 2025. С. 209–224.

4. Ringlein B. и др. A Case for Function-as-a-Service with Disaggregated FPGAs // 14th IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD 2021). 2021. С. 333–344.

5. Yang Z. и др. OffRAC: Offloading Through Remote Accelerator Calls. 2025.

6. Bacis M., Brondolin R., Santambrogio M. D. BlastFunction: an FPGA-as-a-Service system for Accelerated Serverless Computing // IEEE Design, Automation & Test in Europe Conference (DATE). 2020. С. 852–857.

7. Damiani A. и др. BlastFunction: A Full-stack Framework Bringing FPGA Hardware Acceleration to Cloud-native Applications // ACM Transactions on Reconfigurable Technology and Systems (TRETS). 2022.

8. Maschi F., Korolija D., Alonso G. Serverless FPGA: Work-In-Progress // 1st Workshop on SErverless Systems, Applications and MEthodologies (SESAME'23). 2023. С. 1–4.

9. Pundir N. и др. What is All the FaaS About? - Remote Exploitation of FPGA-as-a-Service Platforms // IACR ePrint. 2021.

10. Perepelitsyn A., Kulanov V. Methods of Deployment and Evaluation of FPGA as a Service Under Conditions of Changing Requirements and Environments // Technologies. 2025.

Deployment saga and recovery in FPGA-FaaS with full device reconfiguration

Stepanidenko D.S., Shtreker E.N.
MIREA — Russian Technological University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This work continues the line of reserve-aware placement for FPGA-FaaS with dynamically generated shells and full bitstream loading. The base pool model, board states, and reserve-preservation rule are assumed known; this article examines the deployment lifecycle in detail. Long hardware actions, namely synthesis, programming, validation, and draining, take seconds or minutes and cannot run inside a state-store transaction, while several orchestrators may accept requests for the same function concurrently. The aim of this work is to provide distributed-correct deployment without long global locks. The tasks addressed are: to decompose the lifecycle into short state transactions and long hardware steps; to fence transitions against stale owners; to guarantee continuity of the user route during replacement; and to restore a safe state after failures. The following are proposed: an eleven-state deployment-attempt state machine; fencing of stale owners by comparing the lease and the board-state generation; an atomic route switch with a generation check; and five conservative recoverer rules. Configuration invariants are stated. The practical use is an FPGA-FaaS control plane with full reconfiguration that works correctly under several orchestrators and lease losses.

Keywords: FPGA, FPGA-FaaS, deployment saga, lease, stale-owner fencing, configuration invariant, transition safety, recovery.

References

1. Stepanidenko D.S., Ryzhova A.A. Dynamically generated shells for serverless computing on FPGAs // Digitalization of Economics and Finance: Models, Methods and Technologies: Collection of Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates, Financial University, Moscow, April 22-23, 2026 / Edited by D.I. Korovin, V.E. Kosarev, team of authors. — Moscow: OOO "Izdatel-skiy dom "Nauchnaya biblioteka", 2026. – 538 p. – ISBN 978-5-908155-22-9. — DOI: 10.36871/978-5-908155-22-9.
2. Mainas C. et al. F3: An FPGA-accelerated FaaS Framework // 34th International Symposium on High-Performance Parallel and Distributed Computing (HPDC '25). 2025. pp. 1–16.
3. Koshiba A., Mainas C., Bhatotia P. Funky: Cloud-Native FPGA Virtualization and Orchestration // ACM Symposium on Cloud Computing (SoCC '25). 2025. pp. 209–224.
4. Ringlein B. et al. A Case for Function-as-a-Service with Disaggregated FPGAs // 14th IEEE International Conference on Cloud Computing (CLOUD 2021). 2021, pp. 333–344.
5. Yang Z. et al. OffRAC: Offloading Through Remote Accelerator Calls. 2025.
6. Bacis M., Brondolin R., Santambrogio M. D. BlastFunction: an FPGA-as-a-Service system for Accelerated Serverless Computing // IEEE Design, Automation & Test in Europe Conference (DATE). 2020, pp. 852–857.
7. Damiani A. et al. BlastFunction: A Full-stack Framework Bringing FPGA Hardware Acceleration to Cloud-native Applications // ACM Transactions on Reconfigurable Technology and Systems (TRETS). 2022.
8. Maschi F., Korolija D., Alonso G. Serverless FPGA: Work-In-Progress // 1st Workshop on SErverless Systems, Applications and MEthodologies (SESAME'23). 2023. pp. 1–4.
9. Pundir N. et al. What is All the FaaS About? - Remote Exploitation of FPGA-as-a-Service Platforms // IACR ePrint. 2021.
10. Perepelitsyn A., Kulanov V. Methods of Deployment and Evaluation of FPGA as a Service Under Conditions of Changing Requirements and Environments // Technologies. 2025.

Влияние локальных вырезов в нижней полке прокатного двутавра на несущую способность балок перекрытий в зданиях и сооружениях

Суплецов Владимир Сергеевич
канд. техн. наук, доцент, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, lab.nsk.82@mail.ru,

Собакин Евгений Владиславович
студент, Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, nvallres@mail.ru

Действующие нормативные документы оценивают физический износ строительных конструкций главным образом по внешним признакам, и локальные механические дефекты, и повреждения, влияющие на напряженно-деформированное состояние, не учитываются. В связи с этим, предложен подход, в котором оценка износа зависит не только от вида и размеров дефекта, но и остаточной несущей способности конструкции. В статье рассмотрен один из наиболее характерных дефектов в виде вырезов в полках балок перекрытий и его влияние на несущую способность конструкций. Для анализ принят самый распространённый фасонный элемент. Прокатный двутавр №30 со сквозным вырезом нижней полки переменной ширины был рассчитан методом конечных элементов в нелинейной постановке — с учётом и физической, и геометрической нелинейности (ПК ANSYS Workbench). Степень повреждения была описана относительной долей вырезанной ширины полки α, меняя её от 11 до 70 %. Была построена зависимость износа от ширины выреза. Даже когда вырез достигал 70 % ширины полки, прочность падала лишь на 18,2 %, и балка оставалась в работоспособном состоянии, следовательно, между размерами дефекта и несущей способностью отсутствует линейная зависимость, а внешние габариты дефекта не являются основной количественной оценкой физического износа.

Ключевые слова: стальная балка, прокатный двутавр, дефекты и повреждения, вырез полки, несущая способность, физический износ, метод конечных элементов.

В процессе обследования технического состояния балок перекрытий промышленных зданий, например, обогатительных фабрик, чаще всего встречаются именно локальные механические повреждения: погибы, вырезы, отверстия, вмятины и подрезы в полках и стенках. Причины возникновения у них бывают разные: вырезы под прокладку трубопроводов и кабельных трасс, технологические отверстия, подрезка полок при монтаже или ремонте, повреждения от работы транспорта и подвесного оборудования. Но результат один: в самой нагруженной части сечения уменьшается рабочая площадь.

Суть в том, что нормативные методики не учитывают прямую зависимость между размерами дефектов и повреждений, и их влиянием на несущую способность конструкций, что делает оценку износа с их использованием приблизительной. Например, таблицы ВСН 53-86(р) [1] построены на усреднённых процентах по внешним признакам и не подходят для оценки дефектов стальных балок перекрытий из-за отсутствия признаков износа для них. Специалист по эксплуатации, увидев крупный вырез нижней полки, не сможет корректно визуально оценить физический износ, так как связь между геометрией локального повреждения и остаточной несущей способностью не линейна.

Численной оценке несущей способности стальных балок с локальными ослаблениями сечения посвящён ряд работ. В [2] методом конечных элементов исследована работа стальной балки при совместном действии локальных и сдвиговых усилий, и показано, насколько результат чувствителен к точному описанию геометрии местного ослабления сечения. Наиболее близки к рассматриваемой задаче работы [3], где численно изучено влияние повреждения нижней полки прокатного двутавра на его несущую способность при изгибе: дефект моделировался как локальная потеря части сечения полки, и прослеживалось, как с ростом повреждения падает предельная нагрузка. Работа балок с повреждённой растянутой полкой, нагруженных до предельного состояния, и характер формирования зоны пластических деформаций около дефекта рассмотрены также в [4]. При всём этом авторы, как правило, описывают повреждение через усреднённую потерю сечения. Для локального же сквозного выреза именно растянутой полки прокатного двутавра данных, которые увязывали бы геометрию дефекта с категорией технического состояния, по-прежнему мало.

Задача настоящей работы — найти количественную связь физического износа балки с относительной шириной выреза нижней полки и понять, при каких размерах дефекта конструкция сохраняет работоспособность. Износ при этом считается через остаточную несущую способность, полученную методом конечных элементов.

В основу положен подход, что износ балки удобнее мерить той долей предельной нагрузки, которую отнимает дефект, а не геометрическим размером самого дефекта. Тогда расчетная формула выглядит так:

$$I = \left(1 - \frac{Pu, def}{Pu, intact}\right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где P_u,intact — предельная нагрузка неповреждённой (эталонной) балки; P_u,def — предельная нагрузка балки с вырезом полки.

Предельная нагрузка по каждому варианту была рассчитана численно, в комплексе ANSYS Workbench [5]. Постановка нелинейная — учитывались и физическая, и геометрическая нелинейность, а модель доводилась до предельного состояния. За предельную была взята нагрузка на последнем сошедшемся шаге; сам срыв сходимости при развитых пластических деформациях понимали как физический признак того, что несущая способность исчерпана. Чтобы сравнение оставалось достоверным, момент снятия результата у всех моделей фиксировались одинаково.

Критерием разрушения служила эквивалентная пластическая деформация EPPLEQV. Напряжения по Мизесу не подходят, так как у острых кромок выреза и на опорах они дают сингулярность и заметно завышают напряжения в зависимости от размера элемента. Пластическая деформация, усреднённая по объёму элемента, ведёт себя ровнее и нагляднее очерчивает зону, где складывается пластический шарнир.

Объект моделирования. Был взят прокатный двутавр № 30 по ГОСТ 8239-56 [9] — фактический профиль второстепенных балок перекрытий, определенный по результатам натурных обследований обогатительных фабрик АК «АЛРОСА». Размеры сечения: высота h = 300 мм, ширина полки b = 135 мм, толщина стенки s = 6,5 мм, толщина полки t = 10,2 мм.

Рассчитывалась однопролётная балка длиной L = 3000 мм при шаге 1,5 м, опёртая шарнирно по концам. На опорах заданы площадки 100×135 мм; в опорных участках установлены поперечные рёбра жёсткости толщиной 8 мм, объединённые с телом балки через общую топологию (Share Topology).

Граничные условия. Опоры реализованы через Remote Displacement (Deformable) — так в зоне опирания не возникает искусственных концентраторов напряжений. Левая опора держит перемещения по всем трём осям, у правой продольное смещение вдоль оси балки оставлено свободным. Получается классическая схема «неподвижный шарнир — подвижный шарнир», и она же даёт корректно учесть продольный распор при больших прогибах. Сжатую полку раскрепили из плоскости — это имитирует связи настила и снимает риск преждевременной потери устойчивости плоской формы изгиба.

Материал. Сталь С345 (по данным инструментального обследования) описана билинейной моделью с изотропным упрочнением: E = $2{,}06 \cdot 10^5$ МПа, ν = 0,3, σ_y = 345 МПа, модуль упрочнения E_t = 2000 МПа. Упрочнение, в отличие от идеальной упругопластики, помогает довести расчёт до устойчивого предельного состояния и частично снимает проблемы со сходимостью на стадии развитых пластических деформаций [8].

Сетка и нагрузка. Использован объёмный квадратичный тетраэдр SOLID187 [7]. Глобальный размер элемента — 8 мм, у рёбер и опорных площадок — 4 мм; в зонах дефектов сетку сгущали локально до 4 мм, не измельчая модель целиком. Нагрузку подавали давлением на верхнюю полку, наращивая его по табличному закону. Однако, задаваемое давление — это не эксплуатационная величина (реальная нагрузка на такие балки около 150 кПа), модель намеренно доводится до разрушения, чтобы замерить предельную несущую способность сечения; износ же по формуле (1) есть величина относительная и от абсолютного уровня давления не зависит. Дополнительно учитывалась сила тяжести; все расчёты шли с включённым учётом больших перемещений (Large Deflection On).

Стоит сказать и о точности результатов подхода [6]. На одной и той же геометрии и сетке предельная нагрузка имеет погрешность не больше чем на ±1 %. Когда же сравниваются модели с разной геометрией дефекта и, соответственно, разной локальной сеткой, межмодельный разброс доходит до ±5 %. Значения износа в считаные проценты лежат внутри допустимой погрешности, которыми можно пренебречь для расчета.

Эталонная балка работает знаменателем во всех дальнейших расчётах, поэтому она была проверена на сходимость по сетке на двух вариантах: 8/4 и 6/3 мм. По предельной нагрузке они разошлись на 3,77 %, что не выходит за принятый порог 5 %; рабочей оставили более экономную сетку 8/4 мм, потому что расчет один расчет мог длится несколько часов.

Итоги расчёта эталона собраны в таблице 1. Опорные реакции по МКЭ и по аналитике сошлись (295,6 против 297,7 кН) — модель ведёт себя корректно. Пик пластической деформации приходится на середину пролёта, в нижнюю растянутую полку, ровно туда, где при изгибе и положено формироваться пластическому шарниру. Предельная нагрузка по МКЭ превышает теоретическую по пластическому моменту примерно на четверть; причина — упрочнение стали и мембранный распор при больших прогибах, и такое превышение допустимо [8].

Таблица 1
Результаты расчёта эталонной (неповреждённой) балки

Параметр	Значение	Ед. изм.
Предельная нагрузка P_u,intact	1514,1	кПа
Опорная реакция R_x (теория)	297,7	кН
Опорная реакция R_x (МКЭ)	295,6	кН
Продольный распор R_y (мембранный эффект)	32,5	кН
Максимальная EPPLEQV	2,6	%
Пластический момент M_pl (теория)	178,7	кН·м

Таблица 2
Результаты расчёта балок с вырезом растянутой полки

Точка	Степень α, %	Ширина выреза, мм	P_u,def, кПа	Износ I, %
B1	11	15	1524,6	0
B2	22	30	1395,8	7,8
B3	37	50	1382,3	8,7
B4	52	70	1324,1	12,5
B5	70	95	1238,8	18,2

Расчеты с вырезом нижней полки: вырез брали сквозным по толщине (его глубина равна t = 10,2 мм), длиной вдоль балки 50 мм, в середине пролёта. Развивался он от свободной кромки полки внутрь, к стенке; степень повреждения описывал параметр α — доля ширины полки, ушедшая в вырез. Когда α превышала 50 %, вырез по толщине оставался равным толщине полки и поэтому стенку не затрагивал. Результаты занесены в таблицу 2.

Малый вырез (B1, α = 11 %) на износ практически не влияет: узкая полоска у свободного края для несущей способности роли не играет. Дальше, на B2–B3, идёт плато — прочность держится почти на месте. И лишь когда вырез приближается к стенке (B4–B5), износ начинает ощутимо увеличиваться. По всему диапазону зависимость износа от степени выреза неплохо накладывается на линейную аппроксимацию:

$$I = 0{,}2744\alpha - 1{,}0954 \quad (R^2 = 0{,}9302) \qquad (2)$$

а убывание предельной нагрузки —

$$P_{u,def} = -4{,}2838 \cdot \alpha + 1537{,}6, R^2 = 0{,}9199 \qquad (3)$$

Даже при вырезе 70 % ширины полки износ составил лишь 18,2 %, то есть остался в пределах работоспособного состояния (по ГОСТ 31937-2024 [11] износ до 20 % отвечает работоспособному состоянию, от 20 до 60 % — ограниченно-работоспособному, свыше 60 % — аварийному).

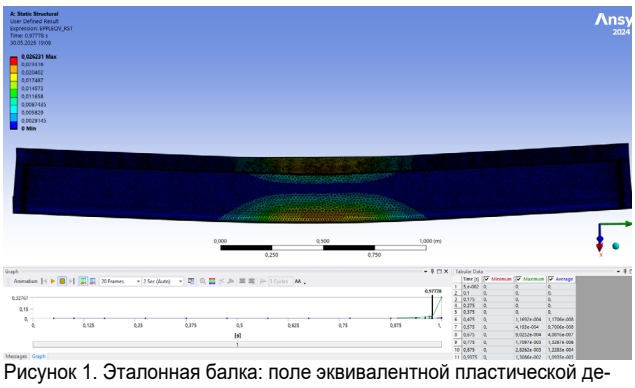


Рисунок 1. Эталонная балка: поле эквивалентной пластической деформации EPPLEQV в предельном состоянии

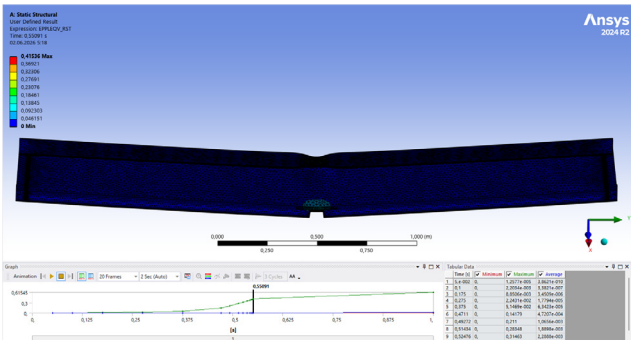


Рисунок 2. Поле эквивалентной пластической деформации EPPLEQV для балки с вырезом полки (точка B3)

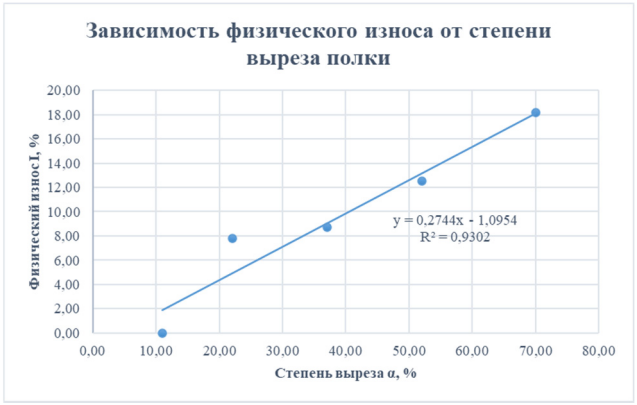


Рисунок 3. Зависимость физического износа от степени выреза полки I = f(α)

Судя по Рисунку 4, можно сделать вывод, что вырез, занявший почти три четверти ширины полки, лишь визуально выглядит опасно, при этом прочность снижается меньше пятой части. Если бы специалист по эксплуатации оценивал такой дефект «на глаз» — он почти наверняка завысил бы величину износа и учел излишние мероприятия по усилению. Расчёт через остаточную несущую способность эту неопределённость нивелирует.

Так же стоит отметить, что предельная нагрузка целой балки (порядка 1514 кПа) перекрывает реальную эксплуатационную (около 150

кПа) почти в десять раз. Резерв сохраняется даже при ощутимых локальных повреждениях. Вывод — о том, что визуальная оценка локального повреждения полки и фактическая потеря несущей способности расходятся, — отмечен и в [3, 4], где остаточная прочность при заметном повреждении полки также оставалась достаточно высокой.

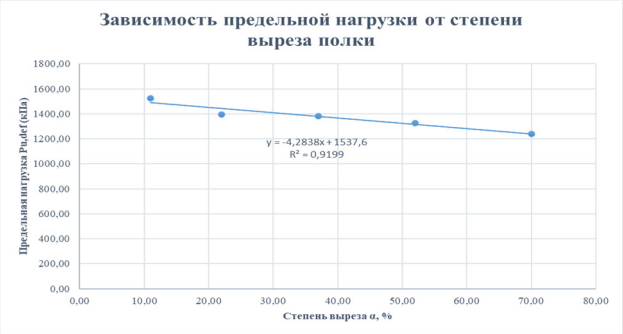


Рисунок 4. Зависимость предельной нагрузки от степени выреза полки P_u,def = f(α)

Следует подчеркнуть, что линейная аппроксимация (2) удобна для примерной оценки, но физически кривая ближе к нелинейной: при малых α износ находится у нуля, затем выходит на плато и круче растёт у стенки. Так что формулу (2) стоит понимать, как усреднённую в исследованном диапазоне, а не как точный закон. Рассматривался к тому же лишь прокатный двутавр с относительно толстой стенкой. У сварных балок с тонкими гибкими стенками на первый план способна выйти местная устойчивость — это отдельная тема для исследований. Метод опирается на относительную величину — отношение несущих способностей, поэтому в первом приближении переносится и на другие профили, хотя такую экстраполяцию надо проверять [10].

Таким образом, была разработана методика оценки физического износа стальной балки с локальным вырезом растянутой полки — через остаточную несущую способность, найденную нелинейным расчётом МКЭ. В отличие от нормативных таблиц по внешним признакам, подход прямо связывает геометрию дефекта с потерей прочности. Для прокатного двутавра № 30 получена количественная зависимость износа от относительной ширины выреза полки. В диапазоне α = 11…70 % она хорошо описывается выражением $I = 0{,}2744\alpha - 1{,}0954$ ($R^2 = 0{,}9302$). Показано, что вырез вплоть до 70 % ширины полки даёт износ не более 18,2 %, как видно по рисунку 3, при котором конструкция остаётся работоспособной. Это подтверждает основной тезис: о повреждении судят по остаточной несущей способности, а не по внешнему размеру дефекта.

Литература

1. ВСН 53-86(р). Правила оценки физического износа жилых зданий. — М.: Госграждданстрой, 1988. — 72 с.
2. Надольский В.В., Подымако В.И. Оценка несущей способности стальной балки методом конечных элементов при совместном действии локальных и сдвиговых усилий. *Строительство и реконструкция*. 2022;(2):26-43
3. Sayed, Ahmed. (2022). Numerical study of the effects of flange damage on the steel beam capacity under static and fatigue flexural loads. Results in Engineering. 17. 100835. 10.1016/j.rineng.2022.100835.
4. Hou W, Wang L, Shi D. Flexural behaviour of strengthened damaged steel beams using carbon fibre-reinforced polymer sheets. Sci Rep. 2022 Jun 16;12(1):10134. doi: 10.1038/s41598-022-14471-9. PMID: 35710935; PMCID: PMC9203791.
5. Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. ANSYS в руках инженера: практическое руководство. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 272 с.
6. Зенкевич О. К. Метод конечных элементов в технике: пер. с англ. — М.: Мир, 1975. — 541 с.
7. ANSYS Mechanical APDL Theory Reference. Release 2024 R2. — Canonsburg, PA: ANSYS Inc., 2024.
8. Тимошенко С. П., Гере Дж. Механика материалов. — М.: Мир, 1976. — 669 с.
9. ГОСТ 8239-56. Балки двутавровые. Сортамент. — М.: Стандартгиз, 1956.
10. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. — М.: Стандартинформ, 2017. — 140 с.
11. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. — М.: Российский институт стандартизации, 2024.

Effect of local cutouts on the bottom flange of rolled i-beams on the load-bearing capacity of buildings and structures

Supletsov V.S., Sobakin E.V.
North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

Current regulatory documents assess the physical deterioration of building structures primarily based on visible external signs, while local mechanical defects and damages affecting the stress-strain state are not taken into account. In this regard, an approach is proposed in which the deterioration assessment depends not only on the type and size of the defect, but also on the residual load-bearing capacity of the structure. The paper considers one of the most typical defects – cutouts in the flanges of floor beams – and their effect on the load-bearing capacity of structures. For the analysis, the most common rolled section was adopted. A rolled I-beam No. 30 with a through cutout of variable width in the bottom flange was calculated by the finite element method in a nonlinear formulation – accounting for both physical and geometric nonlinearity (ANSYS Workbench software). The degree of damage was described by the relative fraction of the cutout width in the flange, denoted α, ranging from 11 % to 70 %. A relationship between deterioration and cutout width was established. Even when the cutout reached 70 % of the flange width, the strength decreased by only 18.2 %, and the beam remained in a serviceable state; therefore, there is no linear relationship between the defect dimensions and the load-bearing capacity, and the external dimensions of the defect are not a primary quantitative measure of physical deterioration.

Keywords: steel beam, rolled I-beam, defects and damages, flange cutout, load-bearing capacity, physical deterioration, finite element method.

References

1. VSN 53-86(r). *Pravila otsenki fizicheskogo iznosa zhilykh zdaniy* [Rules for Assessing Physical Deterioration of Residential Buildings]. Moscow, Gosgrazhdanstroy Publ., 1988. 72 p. (in Russian)
2. Nadolski V.V., Podymako V.I. The evaluation of ultimate resistance of steel beams to combined shear and patch loading by finite element method. *Building and Reconstruction*. 2022;(2):26-43.
3. Sayed, Ahmed. (2022). Numerical study of the effects of flange damage on the steel beam capacity under static and fatigue flexural loads. Results in Engineering. 17. 100835. 10.1016/j.rineng.2022.100835.
4. Hou W, Wang L, Shi D. Flexural behaviour of strengthened damaged steel beams using carbon fibre-reinforced polymer sheets. Sci Rep. 2022 Jun 16;12(1):10134. doi: 10.1038/s41598-022-14471-9. PMID: 35710935; PMCID: PMC9203791.
5. Kaplun A.B., Morozov E.M., Olfer'eva M.A. *ANSYS v rukakh inzhenera: prakticheskoe rukovodstvo* [ANSYS in the Hands of an Engineer: A Practical Guide]. Moscow, Editorial URSS Publ., 2003. 272 p. (in Russian)
6. Zienkiewicz O.C. *The Finite Element Method in Engineering Science*. Moscow, Mir Publ., 1975. 541 p. (Russ. ed.)
7. ANSYS Mechanical APDL Theory Reference. Release 2024 R2. Canonsburg, PA, ANSYS Inc., 2024.
8. Timoshenko S.P., Gere J. *Mechanics of Materials*. Moscow, Mir Publ., 1976. 669 p. (Russ. ed.)
9. GOST 8239-56. *Balki dvutavrovye. Sortament* [Steel I-Beams. Range]. Moscow, Standartgiz Publ., 1956. (in Russian)
10. SP 16.13330.2017. *Stal'nye konstruktsii* [Steel Structures]. Moscow, Standartinform Publ., 2017. 140 p. (in Russian)
11. GOST 31937-2024. *Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya* [Buildings and Structures. Rules of Inspection and Monitoring of Technical Condition]. Moscow, Russian Institute of Standardization, 2024. (in Russian)

Этапы и функциональная структура метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе LSTM в структуру СМК

Туманов Александр Юрьевич
к.т.н., доцент, кафедра метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, toumanov@mail.ru

Актуальность темы обусловлена необходимостью цифровой трансформации высокотехнологичных отраслей промышленности в рамках глобальной концепции «Индустрия 4.0» и достижения Целей устойчивого развития ООН (ЦУР 9: «Промышленность, инновации и инфраструктура»). Объектом исследования является литографическое оборудование поточной линии производства микроэлектроники. Предметом исследования процессы обеспечения устойчивости и качества производственной инфраструктуры литографического оборудования поточной линии производства микроэлектроники. Целью исследования является разработка этапов и функциональной структуры киберфизического метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе сети LSTM в структуру СМК наукоемкого предприятия.
Ключевые слова: Качество 4.0, предиктивное управление, рекуррентные нейронные сети (LSTM), цифровой двойник (Digital Twin), система менеджмента качества (СМК), ГОСТ Р ИСО 9001-2015, управление несоответствующей продукцией, полупроводниковое производство, фотолитография, автоматизированная диспетчеризация (MES).

Введение

1. Введение и обзор литературы

Актуальность темы обусловлена необходимостью цифровой трансформации высокотехнологичных отраслей промышленности в рамках глобальной концепции «Индустрия 4.0» [2-7] и достижения Целей устойчивого развития ООН (ЦУР 9: «Промышленность, инновации и инфраструктура») [8].

Объектом исследования является литографическое оборудование поточной линии производства микроэлектроники.

Предметом исследования процессы обеспечения устойчивости и качества производственной инфраструктуры литографического оборудования поточной линии производства микроэлектроники.

Исходя из вышеизложенного целью исследования является разработка этапов и функциональной структуры киберфизического метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе сети LSTM в структуру СМК наукоемкого предприятия.

Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи:

Сформирован математический аппарат предиктивного LSTM-модуля.

На основе ранее разработанной концептуальной схемы метода интеграции предиктивного мониторинга на основе многослойной рекуррентной нейросети LSTM в структуру действующей СМК разработаны этапы и функциональная структура метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе рекуррентной нейронной сети в структуру СМК наукоемкого предприятия

Ниже представлена адаптация метода предиктивного СМК-мониторинга под самый критический шаг в полупроводниковом производстве — процесс сканирующей фотолитографии.

2. Методы и модели

2.1 Этапы метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК

Для обеспечения системности разрабатываемых управленческих решений автором предложены этапы метода предиктивного интеллектуального мониторинга. Для этого рассмотрим концептуальную схему метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК (рис. 1), предложенную автором ранее в [1]. Ниже представлено краткое описание этапов метода интеграции предиктивного мониторинга процесса литографии в структуру СМК.

Этап 1: Сбор и агрегация данных (взаимодействие уровней 0, 1 и 2). Датчики передают физические сигналы на промышленные контроллеры (ПЛК). SCADA-система опрашивает ПЛК по скоростному протоколу OPC UA каждые 100 миллисекунд и пересылает агрегированные за минуту векторы данных в микросервис с LSTM-моделью.

Этап 2: Анализ тренда в LSTM-модели (Уровень 2) LSTM-модель обрабатывает скользящее окно данных. На основе нарастания амплитуды вибрации пола и температуры рассчитывается показатель RUL в минутах.

Этап 3: Отображение несоответствий в SCADA (Уровень 2)

LSTM-модель отправляет значение RUL обратно в SCADA.

Этап 4: Автоматизированная корректировка производственных потоков в MES для управления несоответствующей продукцией (Взаимодействие Уровня 2 и Уровня 3)

SCADA передает массив информацию для оперативного управления производством (MES), корректировки перемещение полуфабриката по технологическим маршрутам.

На этапе 4 происходит три подпроцесса:

анализ временных рисков в процессе мониторинга с применением алгоритмов MES.

корректировка процедур автоматического распределения последующей производственной партии на литографическое оборудование

изменение маршрута FOUP-кассет.

Этап 5: Регламентный перевод технологических агрегатов в режим сервисного обслуживания (Взаимодействие Уровня 3 и Уровня 1)

Этап 6: Управление ресурсами в ERP (Уровень 3 взаимодействует с Уровнем 4)

MES передает отчет в ERP-систему (управление ресурсами предприятия). Система автоматически проверяет складской запас расходных материалов, формирует наряд-задание для ремонтной бригады инженеров на конкретное время и фиксирует в экономическом модуле плановый технический простой (Сценарий В) вместо аварийного убытка (Сценарий А).

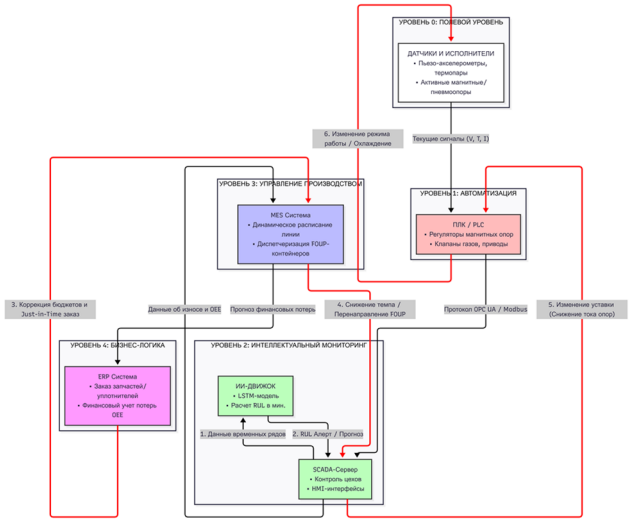


Рис. 1 Концептуальная схема метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК [1]

2.2 Взаимосвязь процессов, процедур и инструментов предиктивного мониторинга с контуром СМК и концепцией Качества 4.0

Взаимная увязка мониторинга с нормативными требованиями регламентирующего стандарта, а также базовыми сквозными технологиями представлена в таблице 1.

Таблица 1
Взаимосвязь предиктивного мониторинга с контуром СМК и концепцией Качества 4.0

Подпроцессы	Ключевые технологические операции	Процедурные пункты стандарта ISO 9001:2015	Инструменты концепций Индустрия 4.0 и Качество 4.0	Выходной контролируемый результат этапа
1. Формирование сквозного инфоканала	Непрерывный съем телеметрии в реальном времени.	п.9.1.1 (Мониторинг процессов); п.7.5 (Документированная информация).	Промышленный интернет вещей (IIoT); Вертикальная цифровая интеграция (CPS – MES – QMS).	Вектор текущего состояния технологического процесса X_t.
2. Фильтрация и структурирование данных	Разбиение потока на скользящие временные окна.	п.7.1.6 (Знания организации); п.8.5.1 (Управление производством в управляемых условиях).	Аналитика больших данных (Big Data); Граничные вычисления (Edge Computing).	Оконная обучающая/валидационная матрица
3. Предиктивный анализ модели	Прогнозирование дрейфа параметров сетью LSTM, расчет отклонений от «технологического окна».	п. 9.1.3 (Анализ и оценка); п. 6.1 (Действия в отношении рисков и возможностей).	Искусственный интеллект (AI/Deep Learning); Программные виртуальные датчики (Soft Sensors).	Вектор прогнозных состояний $\hat{Y}_{t+\tau}$. на расчетный горизонт τ.
4. Интеграция с процедурами СМК	Генерация цифрового предвестника аварии, автоматическая отправка в CAPA и блокировка загрузки.	п.10.2 (Несоответствия и корректирующие действия); п. 8.7 (Управление несоответствующими результатами).	Автоматизированный менеджмент качества (Automated CAPA); Киберфизические системы управления.	Зарегистрированный инцидент в ERP/QMS; управляющий сигнал блокировки в MES.
5. Оценка результативности и замыкание контура	Тестовый пуск, проверка устранения аномалии, архивация инцидента и постановка данных в очередь на дообучение.	п. 9.3 (Анализ СМК со стороны руководства); п. 10.3 (Постоянное улучшение).	Цифровой двойник (Digital Twin) установки; Предиктивное обслуживание оборудования (PdM).	Верифицированный статус CAPA; массив структурированных данных для дообучения весов PHC.

2.3 Модель процессов метода (IDEF0)

Для классической декомпозиции IDEF0 по стандарту Р 50.1.028-2001 для раскрытия внутренней структуры разработанного метода автором проведена декомпозиция контекстной диаграммы А0 (см. рис. 2) на уровень функциональных блоков А1–А4, расположенных по диагонали в соответствии со степенью их доминирования в коде Mermaid. Блок А1 осуществляет первичную агрегацию и фильтрацию данных. Сформированные временные ряды поступают на вход блока А2, где рекуррентная нейросеть строит прогноз изменения критического размера (CD). Выходной сигнал блока А2 служит триггером для блока А3, который трансформирует математический прогноз в организационные процедуры СМК (блокировка оборудования, генерация предписаний CAPA). Замыкающий блок А4 осуществляет оценку результативности проведенного обслуживания и через петлю обратной связи передает новые стабильные параметры литографии обратно в информационный канал, параллельно обновляя веса модели искусственного интеллекта».

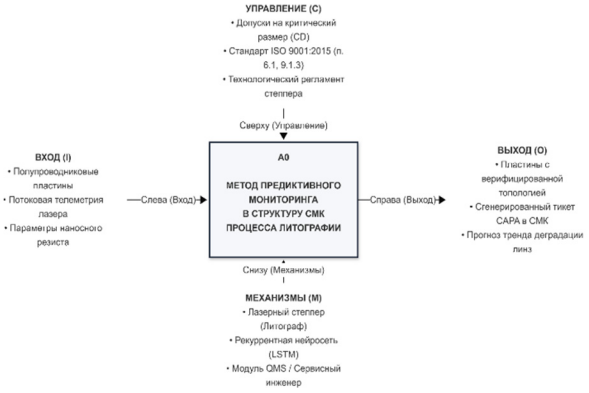


Рис. 2 Функциональная структура метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК в нотации IDEF0 (A0)

Разработанная функциональная структура метода (см. рис. 2) определяет входы, выходы, управление и механизмы интеграции интеллектуального мониторинга в СМК. Входными данными (I) служат параметры технологического трека литографии, управление (C) реализуется через регламентированные границы допусков критического размера (CD) и стандарты ISO 9001. Исполнительным механизмом (M) выступает предиктивный модуль на базе PHC LSTM, формирующий на выходе (O) упреждающие сигналы корректирующих действий.

3. Описание исполнительного механизма (предиктивный модуль на базе PHC LSTM)

Сформируем математический аппарат предиктивного LSTM-модуля.

Входной вектор технологических факторов в момент времени t формируется по формуле:

$$X_t = \begin{bmatrix} T_t \\ V_t \end{bmatrix}$$

где:

- X_t — вектор-столбец входных параметров нейросети в момент времени t;
- T_t — текущая температура в зоне фиксации полупроводниковой пластины (°C);
- V_t — среднеквадратичное значение амплитуды вибрационного смещения станины лазерного степпера (мкм).

3.1 Фильтрация и обновление скрытых состояний

Состояние фильтра забывания (*forget gate*), определяющего степень стирания накопленной ранее информации о температурно-вибрационной динамике, рассчитывается по формуле:

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, X_t] + b_f)$$

где:

- f_t — вектор активации фильтра забывания в момент времени t;
- σ — логистическая сигмоидальная функция активации;
- W_f — матрица настраиваемых весовых коэффициентов фильтра забывания;

- h_{t-1} — вектор скрытого состояния промежуточного слоя нейросети в предыдущий момент времени t-1 (история дрейфа);
- $[h_{t-1}, X_t]$ — операция конкатенации (объединения) векторов скрытого состояния и текущего входа;
- b_f — вектор смещения фильтра забывания.

Состояние входного фильтра (*input gate*), определяющего, какая доля новой информации о температуре и вибрации будет записана в память ячейки, вычисляется по формуле:

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, X_t] + b_i)$$

где:

- i_t — вектор активации входного фильтра в момент времени t;
- W_i — матрица настраиваемых весовых коэффициентов входного фильтра;
- b_i — вектор смещения входного фильтра.

Вектор-кандидат нового содержания памяти ячейки, формирующий потенциальные изменения в геометрии топологии, рассчитывается по формуле:

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, X_t] + b_c)$$

где:

- $\tilde{C}_t$ — вектор-кандидат состояния ячейки в момент времени t;
- tanh — функция активации гиперболического тангенса;
- W_c — матрица весовых коэффициентов для вычисления состояния ячейки;
- b_c — вектор смещения для вычисления состояния ячейки.

3.2 Расчет долгосрочной и краткосрочной памяти

Обновленное состояние долгосрочной памяти ячейки (*cell state*), осуществляющее суперпозицию теплового и вибрационного трендов, определяется по формуле:

$$C_t = f_t \odot C_{t-1} + i_t \odot \tilde{C}_t$$

где:

- C_t — обновленный вектор состояния долгосрочной памяти ячейки в момент времени t;
- $\odot$ — оператор покомпонентного умножения векторов (произведение Адамара);
- C_{t-1} — вектор состояния долгосрочной памяти ячейки в предыдущий момент времени t-1.

Состояние выходного фильтра (*output gate*), регулирующего передачу накопленной информации на следующий слой, рассчитывается по формуле:

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, X_t] + b_o)$$

где:

- o_t — вектор активации выходного фильтра в момент времени t;
- W_o — матрица настраиваемых весовых коэффициентов выходного фильтра;
- b_o — вектор смещения выходного фильтра.

Текущее скрытое состояние промежуточного слоя (выход ячейки LSTM), аккумулирующее нелинейные эффекты совместного техногенного воздействия, вычисляется по формуле:

$$h_t = o_t \odot \tanh(C_t)$$

где:

- h_t — вектор текущего скрытого состояния (краткосрочная память) промежуточного слоя в момент времени t.

3.3 Формирование прогноза для СМК

Итоговое предиктивное значение критического размера линии (CD), передаваемое полносвязным выходным слоем в управляющий контур СМК, определяется по формуле:

$$\hat{y}_{t+\tau} = CD_{t+\tau} = W_{out} \cdot h_t + b_{out}$$

где:

- $\hat{y}_{t+\tau}$ — скалярное прогнозное значение нейросети;
- $CD_{t+\tau}$ — прогнозируемая величина критического размера топологической линии микросхемы на глубину горизонта упреждения τ;
- W_{out} — матрица весовых коэффициентов выходного полносвязного слоя;
- b_{out} — скалярный параметр смещения выходного слоя.

4. Заключение (Conclusion)

Таким образом в работе получены следующие результаты:

разработаны 6 этапов метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК и их краткие описания.

Сформирован математический аппарат предиктивного LSTM-модуля.

Разработан метод интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга в структуру системы менеджмента качества (СМК) наукоемкого предприятия (на примере процесса фотолитографии), включающий шестиэтапную сквозную процедуру — от фильтрации первичной телеметрии лазерного степпера и прогнозирования дрейфа критического размера элементов (CD) до автоматического запуска превентивного регламента CAPA и дообучения модели.

разработана графическая модель (IDEF0) в виде функциональной структуры метода интеграции предиктивного мониторинга процессов литографии в структуру СМК.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработанная функциональная структура метода, отличается наличием исполнительного механизма, в качестве которого выступает предиктивный модуль на базе рекуррентной нейронной сети PHC LSTM, формирующий на выходе упреждающие сигналы корректирующих действий.

Данный метод разработан на основе синтеза принципов структурно-функционального моделирования IDEF0, концепции «Качество 4.0» (в частности, технологий промышленного интернета вещей IIoT и виртуальных датчиков Soft Sensors). Метод характеризуется научной новизной, отличающимся применением модифицированной рекуррентной нейронной сети (LSTM), которая преобразует математический прогноз аномалий во временных рядах в превентивные управленческие решения (автоматическую генерацию цифрового предвестника несоответствия и упреждающую блокировку оборудования в MES-системе) до физического проявления дефекта структуры полупроводниковых пластин. Практическая реализация разработанного метода позволяет наукоемкому предприятию перейти от реактивного контроля качества к проактивному менеджменту, обеспечивая снижение уровня дефектности (показателя PPM), минимизацию рисков возникновения брака дорогостоящих партий микросхем, сокращение времени на проведение лабораторного контроля и устойчивый рост интегрального коэффициента результативности процессов СМК.

Литература

1. Туманов, А. Ю. Метод интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе рекуррентной нейронной сети в структуру СМК наукоемкого предприятия // Инновации и инвестиции. – 2026. – № 8.
2. Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 — the design and implementation of data-driven quality management. Total Quality Management & Business Excellence, 31(15-16), 1784-1798. doi.org [Scopus Q1]
3. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2015. — 32 с.
4. Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions. The TQM Journal, 32(4), 779-793. doi.org [Scopus Q1]
5. Schmid, H., & ASML Research Team. (2022). Advanced vibration isolation and overlay control in Extreme Ultraviolet (EUV) lithography systems. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 35(2), 184-192. doi.org [Scopus Q1]
6. Zhang, B., & Wang, P. (2021). Remaining useful life prediction of semiconductor manufacturing equipment using physics-informed LSTM networks. Journal of Intelligent Manufacturing, 32(4), 1105-1119. doi.org [Scopus Q1]
7. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Risk in the Science of Science. In Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Prototypes (pp. 85-113). Springer, Cham. doi.org
8. United Nations. (2020). Sustainable Development Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation. UN Progress Report. URL: un.org

Development the stages and algorithm of the method of integrating predictive intelligent monitoring based on lstm into the qms structure

Tumanov A.Yu.
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The relevance of the topic is due to the need for digital transformation of high-tech industries within the framework of the global concept "Industry 4.0" and the achievement of the UN Sustainable Development Goals (SDG 9: "Industry, innovation and infrastructure"). The object of the research is the lithographic equipment of the microelectronics production line. The subject of the research is the processes of ensuring the stability and quality of the production infrastructure of lithographic equipment of the microelectronics production line. The purpose of the study is to develop the stages and functional structure of a cyberphysical method for integrating predictive intelligent monitoring based on the LSTM network into the QMS structure of a high-tech enterprise.

Keywords: Quality 4.0, predictive control, recurrent neural networks (LSTM), digital twin, quality management system (QMS), ISO 9001:2015, control of nonconforming outputs, semiconductor manufacturing, photolithography, manufacturing execution system (MES).

References

1. Tumanov, A. Yu. (2026). Metod integracii prediktivnogo intellektual'nogo monitoringa na baze rekurrentnoj nejronnoj seti v strukturu SMK naukoemkogo predpriyatiya [Method of integrating predictive intellectual monitoring based on a recurrent neural network into the QMS structure of a high-tech enterprise]. Innovacii i Investicii, (8). [In Russian]
2. Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 — the design and implementation of data-driven quality management. Total Quality Management & Business Excellence, 31(15-16), 1784-1798. doi.org [Scopus Q1]
3. GOST R ISO 9001-2015 (2015) Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya [Quality management systems — Requirements]. Moscow: Standartinform (In Russian).
4. Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions. The TQM Journal, 32(4), 779-793. doi.org [Scopus Q1]
5. Schmid, H., & ASML Research Team. (2022). Advanced vibration isolation and overlay control in Extreme Ultraviolet (EUV) lithography systems. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 35(2), 184-192. doi.org [Scopus Q1]
6. Zhang, B., & Wang, P. (2021). Remaining useful life prediction of semiconductor manufacturing equipment using physics-informed LSTM networks. Journal of Intelligent Manufacturing, 32(4), 1105-1119. doi.org [Scopus Q1]
7. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Risk in the Science of Science. In Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Prototypes (pp. 85-113). Springer, Cham. doi.org
8. United Nations. (2020). Sustainable Development Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation. UN Progress Report. URL: un.org

Определение параметров механизма коленчатого подъёмника для подъёма площадок сборщиков плодов

Чернышев Алексей Дмитриевич
к.т.н., заведующий кафедрой МЭиАТ, Рязанский институт(филиал) Московского политехнического университета,

Асаева Татьяна Александровна
к.ф.-м.н., доцент, заведующая кафедрой ИиИТ, Рязанский институт(филиал) Московского политехнического университета,

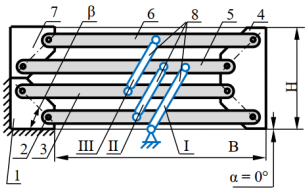
Филькин Вадим Владимирович
мастер производственного обучения ФКП-ОУ № 74,

Капитонов Валентин Сергеевич
к.т.н., доцент, начальник кафедры БТВТ, ДВОКУ,

Щербинкина Ирина Николаевна
к.с-х.н., доцент, профессор кафедры БТВТ, ДВОКУ

Статья посвящена вопросам проектирования подъёмной части для площадки сборщиков плодов, которая устанавливается на самоходном шасси Т-16 во время уборки урожая в садах. При этом положение платформы для сборщика должно оставаться горизонтальным, т.к. на ней располагаются сборщики а также пустая тара для сбора плодов. Особенностью платформы также является то, что она имеет весовой контроллер, который при заполнении её на заданный вес, автоматически опускает заполненную тару вниз для укладки на платформу на самоходного шасси Т-16.
Ключевые слова: Коленчатый подъёмник, сборщики плодов, параллелограммный механизм подъёма платформы, весовой контроллер заполнения тары плодами, канатный спуск заполненной тары.

Во время сбора плодов в садах желательно для ускорения уборки урожая необходимо использовать средства малой механизации для доставки сборщиков в зону расположения плодов. Одним из таких устройств являются шарнирно-рычажные подъёмные механизмы коленчатого типа, которые применяются в строительстве или на транспортно-складских комплексах. Однако они нуждаются в доработке. Это связано с тем, что серийный подъёмник осуществляет вертикально, когда решается простая задача подъёма, т.е. базовое звено (неподвижный блок 1, рис. 1), располагается внизу, к которому присоединены под углом β звенья 2 и 3 механизма в виде параллелограмма. С другой стороны эти звенья присоединены к среднему подъёмному блоку 4, под аналогичным углом [1, 2, 3, 6]. При этом исполнительный элемент перемещения, как правило, гидроцилиндр (на рис. 1 условно показан синим, на схемах 2 и 3 они не показаны) может располагаться, где наиболее удобно (снизу, в центре или вверху.

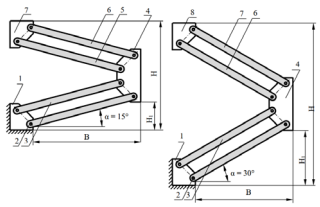


B – изменяемая ширина коленчатого подъёмника; H – изменяемая высота коленчатого подъёмника; α – угол наклона звеньев коленчатого подъёмника;
β – угол присоединения подвижных звеньев к неподвижному и подвижным блокам; I – нижнее положение подъёмного гидроцилиндра; II – центральное расположение подъёмного гидроцилиндра; III – верхнее расположение подъёмного гидроцилиндра; 1 – неподвижный блок крепления нижних подвижных звеньев;2 – нижнее поворотное звено 1-й ступени; 3 – верхнее поворотное звено 1-й ступени; 4 – средний подвижный блок с закреплёнными на нём верхними и нижними поворотными звеньями 1-й и 2-й ступеней;
5 – нижнее поворотное звено 2-й ступени; 6 – верхнее поворотное звено 2-й ступени; 7 – верхний подвижный блок крепления верхних поворотных звеньев; 8 – подъёмный гидроцилиндр в возможных положениях.
Рисунок 1 – Параметры коленчатого подъёмника при угле α = 0°

В реальном устройстве подъёмный гидроцилиндр – один.

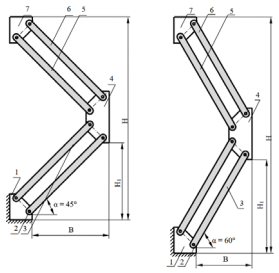
На рисунках 2 и 3 показаны некоторые промежуточные положения коленчатого подъёмника (обычно выше 60° коленчатый подъёмник не поднимают, т.к. на открытых площадках он становится не устойчивым к ветровым нагрузкам).

Из рисунков 2 и 3 видно, что расстояние между звеньями параллелограммов до 45° увеличивается, а после начинает уменьшаться, это связано с углом β под которым присоединяются подвижные звенья к нижнему неподвижному блоку 1, среднему подвижному блоку 4 и верхнему подвижному блоку 7.



α = 15° α = 30°
B – изменяемая ширина коленчатого подъёмника; H – изменяемая высота коленчатого подъёмника; α – угол наклона звеньев коленчатого подъёмника; H_1 – изменяемая высота среднего подъёмного блока; 1 – неподвижный блок нижнего крепления подвижных звеньев 1-й ступени; 2 – нижнее поворотное звено 1-й ступени; 3 – верхнее поворотное звено 1-й ступени; 4 – средний подвижный блок с закреплёнными на нём верхними и нижними поворотными звеньями 1-й и 2-й ступеней; 5 – нижнее поворотное звено 2-й ступени;
6 – верхнее поворотное звено 2-й ступени; 7 – верхний подвижный блок крепления верхних поворотных звеньев.
Рисунок 2 – Параметры коленчатого подъёмника при углах α = 15° и α = 30°.

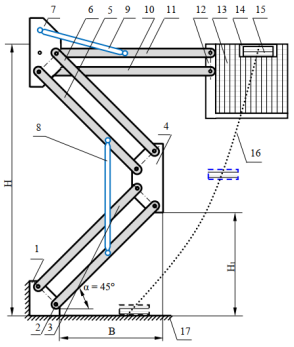
При этом угол присоединения звеньев β, должен быть на всех блоках одинаков, иначе коленчатый подъёмник будет работать с наклоном вперёд или назад (при возрастающем или убывающем угле β) или не будет работать вообще (при случайных углах β).



α = 45° α = 60°
Рисунок 3 – Параметры коленчатого подъёмника при углах α = 45° и α = 60°. (обозначения те же, что и на рис. 2)

На рисунке 4 показана конструкция коленчатого подъёмника для оснащения самоходного шасси Т-16 для сбора урожая плодов с деревьев.

Главным достоинством данной схемы коленчатого подъёмника для сбора урожая плодов с деревьев является наличие верхнего параллелограмма, состоящего из верхнего подвижного блока 7, прикреплённых к нему поворотных телескопических звеньев 10 и 11, держателя корзины сборщика плодов 12. Данный параллелограмм управляется гидроцилиндром 9, который может приподнимать или чуть опускать корзину 12 [5, 6, 7, 8]. В корзину 12 сборщик плодов садится из кузова самоходного шасси Т-16, когда механизм находится в опущенном сложенном состоянии [4].



9 – гидроцилиндр управления телескопическим параллелограммом; 10 – нижнее звено телескопического параллелограмма; 11 – верхнее звено телескопического параллелограмма; 12 – держатель люльки сборщика плодов; 13 – люлька сборщика плодов; 14 – весовой контроллер; 15 – тара для укладки плодов; 16 – драглайн канат для опускания тары с плодами;
17 – кузов самоходного шасси Т-16.
Рисунок 4 – Параметры коленчатого подъёмника для сбора плодов при углах α = 45° и β = 45°. (остальные обозначения те же, что и на рис. 1 и 2)

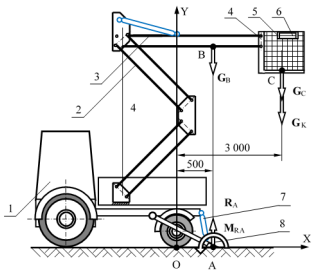
Сбор плодов осуществляется сборщиком с одновременной укладкой в тару 15, которая установлена на внешнем подвесе в весовом контроллере 14.

Когда достигается предельный вес нетто для плодов 8 кгс ± 5 %. Контроллер закрывает загрузку тары и опускает её по драглайн канату 16 в кузов самоходного шасси Т-16.

При поднятом коленчатом подъёмнике и телескопических звеньях 10 и 11, самоходное шасси Т-16 находится в неустойчивом положении, т.к. может опрокинуться вперёд, для этого в передней части Т-16 устанавливаются аутригеры (опускаемые внешние опоры), которые предотвращают опрокидывание. Однако данная процедура делает возможным работу механизма только с остановок, что связано с малым собственным весом машины.

Для подбора гидроцилиндров аутригеров произведём расчёт статической устойчивости агрегата Т-16 с механизмов телескопического подъёмника на максимальном выдвижении телескопических звеньев параллелограмма и максимальной загрузке корзины сборщика.

Примем вес сборщика плодов в одежде равным 1000 Н, вес люльки в полной комплектации 2000 Н, телескопический параллелограмм звеньев за пределами опоры передних колёс 3000 Н, расстояние от передних опорных колёс до середины корзины 3 м. Точка опоры аутригеров от передних опорных колёс 0,5 м (рис. 5).



1 – самоходное шасси Т-16; 2 – коленчатый подъёмник; 3 – телескопический параллелограмм; 4 – держатель люльки; 5 – весовой контроллер; 6 – тара для укладки плодов; 7 – гидроцилиндр аутриг; 8 – аутригер.
Рисунок 5 – Определение устойчивого положения самоходного шасси Т-16 от опрокидывания при максимальном удалении люльки.

Данную задачу, как частный случай параллельных сил можно решить двумя уравнениями статики относительно точки О, а именно суммой моментов и проекцией на ось OY:

$\sum M_O = M_{RA} - G_B \cdot OA - G_C \cdot OC - G_K \cdot OC = 0,$

$\sum F_Y = R_A - G_B - G_C - G_K = 0,$

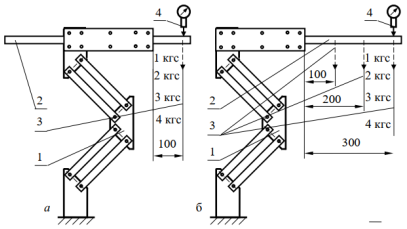
откуда

$M_{RA} = 10\,500$ Н м

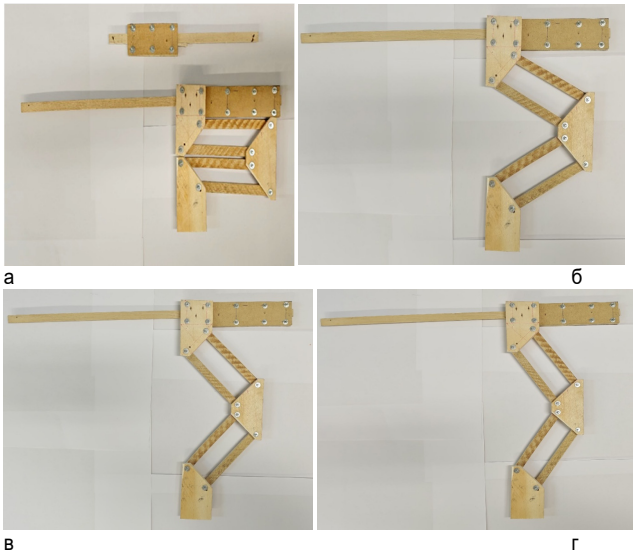
$R_A = 6\,000$ Н

Данное усилие должно развиваться парой гидроцилиндров, но учитывая то, что на данном устройстве находится человек, оставим данное усилие для подбора гидроцилиндров [4].

В качестве простейшей проверки полученных теоретических выводов были проведены модельные лабораторные исследования на стенде, общая схема которого представлена на рис. 6, образцы для испытаний представлены на рис. 7, а результаты испытаний на рис. 8.



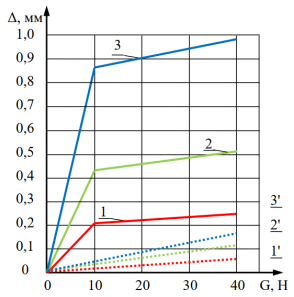
а – положение длинного образца в стенде с минимальным вылетом выдвижной рейки (телескопического «параллелограмма»);
б – положение длинного образца в стенде с максимальным вылетом выдвижной рейки; 1 – коленчатый подъемник; 2 – выдвижная рейка (телескопический «параллелограмм»); 3 – зона и линии нагружения; 4 – индикатор часового типа для измерения деформаций.
Рисунок 6 – Схема и методика проведения испытаний образцов моделей коленчатого подъёмника.



а б в г

а – общий вид короткой и длинной моделей в сложенном состоянии; б – вид длинной модели с выдвинутой на 300 мм рейкой в разложенном состоянии на угол 30°; в – вид длинной модели с выдвинутой на 300 мм рейкой в разложенном состоянии на угол 45°; г – вид длинной моделей с выдвинутой на 300 мм рейкой в разложенном состоянии на угол 60°;
Рисунок 7 – Образцы моделей коленчатого подъёмника

Особенностью определения деформации сжатия в моделях коленчатого подъёмника является то, коленчатый подъёмник устанавливается жестко в заданное положение угла 30°, 45° и 60° (за счёт раскоса между внутренними звеньями) рейка выдвигается на 100, 200 и 300 мм и на её конечную точку навеса, через крюковую навеску устанавливаются грузы весом 10, 20, 30 и 40 Н. При этом на всех графиках между 0-м и значением 10 Н наблюдается резкое возрастание деформации модели, которое связано с выборкой технологических зазоров в узлах соединения модели и началом изгиба модели, данное явление можно компенсировать переносом графиков 1, 2 и 3 в 0 точку с последующим сохранения угла наклона, т.к. при малых нагрузках суммарная деформация модели идёт практически по прямой.



1 – общая деформация модели в точке подвеса груза на вылете выдвижной рейки 100 мм; 2 – общая деформация модели в точке подвеса груза на вылете выдвижной рейки 200 мм; 3 – общая деформация модели в точке подвеса груза на вылете выдвижной рейки
300 мм; 1' - деформация сжатия модели и изгиба выдвижной рейки в точке подвеса груза на вылете 100 мм; 2' - деформация сжатия модели и
изгиба выдвижной рейки в точке подвеса груза на вылете 200 мм; 3' - деформация сжатия модели и изгиба выдвижной рейки в точке подвеса груза на вылете 300 мм;
Рисунок 8 – Результаты замеров деформаций на конечной точке замеров выдвижной рейки коленчатого подъёмника

Из проведённого анализа работы агрегата с коленчатым подъёмником можно сделать следующие выводы:

1 – при монтаже коленчатых подъёмников для уборки плодов на лёгких тракторах и автомобилях необходимо предусматривать установку аутригеров;

2 – для предотвращения перегрузки люльки сборщика собранными плодами необходимо тару, в которую производится сбор помещать в весовой контроллер, которая при нормативном заполнении по драглайн канату автоматически спускается вниз;

3 – для расширения сектора сбора плодов, коленчатый подъёмник должен оснащаться телескопическим параллелограммом, который не только увеличивает радиус сектора сбора плодов, но и высоту этого сектора.

Литература

1. Божанов, А.А. Расчет и проектирование коленчатых подъемников: учебное пособие / А.А. Божанов, Д.В. Данилевич. – Орёл: ОГУ имени И.С. Тургенева, 2018. – 52 с.

2. Протасов, Н. Автогидроподъемники – спецтехника широкого профиля [Текст] / Н. Протасов // Основные средства. – 2017. – № 6. – С. 2–5.

3. Строительные и коммунальные автоподъемники [Электронный ресурс] // ОАО «Пожтехника». – Торжок : [б.и.], 2018. – Электрон. дан. – Режим доступа : http://www.pozhtechnika.ru/comm.php.

4. Пчелинцев В. А. Охрана труда в строительстве: учебник для строит. вузов и фак. / В.А. Пчелинцев, Д.В. Коптев, Г.Г. Орлов. – М.: Высш. шк., 1991. – 272 с.: ил.

5. Улитич О.Ю. Методика расчёта оптимальных параметров одноковшовых фронтальных погрузчиков на основе анализа системы показателей эффективности [Электронный ресурс] / О.Ю. Улитич // Электронное издание СДМ – Строительные дорожные машины и техника. – [Б.м.: ПО «Стройтехника»], [2007]. – Режим доступа: http://sdm.str"t.ru/publics/101/.

6. Строительные машины: Справочник.

В 2 т. Т.1: Машины для строительства промышленных, гражданских, гидротехнических сооружений и дорог / под ред. д-ра техн. наук В.А. Баумана и инж. Ф.А. Лапира. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 502 с., ил.

7. Луцько, Т. В. Анализ эффективности применения дополнительной стрелы в подъемнике гидравлическом ПГ-22.11 [Текст] /Т.В. Луцко// Механизация строительства. – 2015. – № 3. – С. 30–32.

8. Хацько М.С., Савчук А.А. Сравнительный анализ тактико-технических характеристик автоподъёмника коленчатого пожарного и пожарного телескопического автоподъёмника с лестницей / Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования – № 3(7), 2020 – С. 521 – 524.

Determination of the parameters of the kneeling lift mechanism for lifting the platforms of fruit harvesters

Chernyshev A.D., Asaeva T.A., Filkin V.V., Kapitonov V.S., Shcherbinkina I.N.
Ryazan Institute (branch) of Moscow Polytechnic University, FKP-OU No. 74, DVOKU

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article is devoted to the design of the lifting part for the platform of the fruit pickers, which is installed on the self-propelled chassis T-16 during harvesting in the gardens. At the same time, the position of the platform for the picker must remain horizontal, because it is located on the pickers, as well as the empty container for the collection of fruits. A feature of the platform is also that it has a weight controller, which when filling the container to a given weight, automatically lowers the filled down to lay on the platform on the self-propelled chassis T-16.

Keywords: A knee-lift, fruit pickers, a parallelogram platform lifting mechanism, a weight controller for filling containers with fruit, and a rope descent for filled containers.

References

1. Bozhanov, A.A. Calculation and design of articulated boom lifts: a tutorial / A.A. Bozhanov, D.V. Danilevich. - Orel: I.S. Turgenev OSU, 2018. - 52 p.

2. Protasov, N. Truck-mounted hydraulic lifts - special-purpose equipment of a wide profile [Text] / N. Protasov // Fixed Assets. - 2017. - No. 6. - Pp. 2-5.

3. Construction and municipal truck-mounted lifts [Electronic resource] // JSC "Pozhtekhnika". - Torzhok: [b.i.], 2018. - Electronic data. - Access mode: http://www.pozhtechnika.ru/comm.php.

4. Pchelintsev, V.A. Occupational Safety in Construction: a textbook for construction universities and departments. / V.A. Pchelintsev, D.V. Koptev, G.G. Orlov. - M.: Higher. school, 1991. - 272 p.: ill.

5. Ulitich O.Yu. Methodology for calculating the optimal parameters of single-bucket front loaders based on the analysis of the performance indicators system [Electronic resource] / O.Yu. Ulitich // Electronic publication of SDM - Road construction machines and equipment. - [B.m.: PO "Stroytekhnika"], [2007]. – Access mode: http://sdm.str"t.ru/publics/101/.

6. Construction Machinery: Handbook.
In 2 volumes. Volume 1: Machines for the construction of industrial, civil, hydraulic structures and roads / edited by Doctor of Technical Sciences V.A. Bauman and Engineer F.A. Lapir. – 4th ed., revised and enlarged. – Moscow: Mashinostroenie, 1976. – 502 p., ill.

7. Lutsko, T.V. Analysis of the efficiency of using an additional boom in the PG-22.11 hydraulic lift [Text] /T.V. Lutsko// Mechanization of Construction. – 2015. – No. 3. – pp. 30–32.

8. Khatsko M.S., Savchuk A.A. Comparative Analysis Tactical and technical characteristics of the fire-fighting boom lift and the fire-fighting telescopic boom lift with a ladder / Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement – No. 3(7), 2020 – pp. 521–524.

Тенденции развития фондового рынка Китая

Мингалиев Камиль Нарзаватович
доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, kmingaliev@fa.ru,

Балычев Сергей Юрьевич
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры корпоративных финансов и корпоративного управления, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, syubalychev@fa.ru

В статье исследуются ключевые тенденции, структурные дисбалансы и проблемы развития фондового рынка Китая на современном этапе. На основе статистического анализа динамики ведущих биржевых индексов и операционных показателей крупнейших эмитентов за период 2022–2026 годов выявлен феномен качественной автономизации материковых торговых площадок КНР от офшорных хабов и западных финансовых институтов. Обосновано, что в рамках действующей модели государственного капитализма происходит масштабное переформатирование структуры инвестиционного спроса: капитал перераспределяется из волатильного частного технологического сектора и перегретой сферы недвижимости в пользу квазигосударственных банковских и сырьевых конгломератов, выполняющих роль новых защитных активов. Наряду со стабильностью, данная архитектура огораживает внутренний рынок, порождая проблемы асимметрии ликвидности и регуляторных рисков. Также раскрыты прямые и косвенные каналы трансмиссии шоков китайского биржевого сектора на экономику России через макроструктуру внешнеторгового оборота, волатильность курса юаня и барьеры для трансграничного привлечения капитала.
Ключевые слова: фондовый рынок Китая, Шанхайская фондовая биржа, государственное регулирование, финансовая стабильность, инвестиции, экономика.

Введение

Современный фондовый рынок Китая является важнейшим элементом глобальной финансовой системы. Его изучение актуально из-за необходимости адаптации КНР к внешним вызовам, торговым спорам, замедлению строительного сектора и финансированию высоких технологий. Динамика бирж Шанхая и Шэньчжэня отражает перестройку экономической модели страны, что влияет на сырьевые рынки и мировую торговлю.

Наука подробно описывает волатильность китайских площадок и влияние на них госпрограмм, однако воздействие внутренних проблем КНР на финансовых партнеров изучено недостаточно.

Целью работы является комплексный анализ тенденций развития фондового рынка Китая и определение его влияния на экономику России. Для этого необходимо изучить текущее состояние биржевых индексов, выявить ключевые структурные проблемы рынка КНР и описать каналы взаимодействия между финансовыми системами двух государств.

Методы исследования

Методологическую основу работы составляет системный подход, рассматривающий фондовый рынок КНР как экосистему госрегулирования и рыночных законов. В исследовании применен комплекс методов: сравнительный и кросс-индексный анализ индикаторов для оценки реакций госсектора и частного капитала; ретроспективный анализ биржевой статистики за 2022-2026 годы для выявления циклических трендов; метод структурно-стоимостной декомпозиции для отслеживания ротации капитала между отраслями; а также статистико-графический метод для визуализации ценовых флуктуаций. [3, 4].

Информационно-эмпирическую базу исследования составили операционные данные аналитических агентств Trading Economics и Investing.com, официальные сводки Шанхайской биржи, а также актуальные фундаментальные труды отечественных и зарубежных авторов в области трансграничного перетока финансовых рисков [1, 7, 10].

Результаты исследования

Институциональная трансформация национального капитала КНР обусловливает специфику распределения капитала, вызванную конвергенцией государственного планирования и рыночных механизмов распределения ресурсов. Фондовый рынок Китая является основой макроэкономической стабильности Азиатского региона, реагируя на геополитическую напряженность и смену технологических укладов. Главный фондовый индекс Китая, Шанхайский фондовый индекс, традиционно аккумулирует активы крупнейших промышленных и финансовых конгломератов страны, определяя вектор трансграничных потоков капитала.

На протяжении последних лет наблюдается усложнение природы рыночной волатильности, обусловленное внедрением алгоритмической торговли и ростом участия розничных инвесторов. Колебания котировок отражают не только внутренние балансы спроса и предложения, но и внешние шоки, транслируемые через каналы международной торговли [1]. Оценка долгосрочных трендов требует глубокого анализа ценообразования. Динамика базового индикатора Shanghai Composite зафиксировала ряд разнонаправленных флуктуаций, демонстрирующих чувствительность институциональной среды к регуляторным стимулам. 26 июня 2026 года значение упало до 4027 пунктов, потеряв 226% по сравнению с предыдущей сессией. За последний месяц снижение составило 162%.

Сравнительный годовой базис демонстрирует сохранение позитивного тренда: текущие отметки на 1761% выше прошлогодних показателей. Исторический максимум в 6124,04 пункта, достигнутый в октябре 2007 года, остается долгосрочным ориентиром [3]. Пятничное падение Shanghai Composite сопровождалось снижением Shenzhen Component на 344% до 15782 пунктов, что свидетельствует о системной коррекции. Давление продавцов в технологическом сегменте нивелировало ранний оптимизм, запущенный отчетностью Micron Technology. Инвесторы проявили скепсис относительно окупаемости масштабных вложений в искусственный интеллект, скорректировав позиции в Zhongji Innolight (-525%), Eoptolink Technology (-729%), Victory Giant Technology (-874%) и Hygon Information Technology (-427%). Госрасходы КНР увеличились на 08% в годовом выражении, достигнув 11,39 трлн юаней, при росте центральных ассигнований на 65% и снижении местных на 01%. Недельные потери ключевых индексов Шанхая и Шэньчжэня составили по 155%. Допускаем, что текущая просадка носит характер технической переоценки перегретых секторов на фоне изменения бюджетных пропорций.

Фиксация капитала на данных отметках подготавливает базу для верификации долгосрочных трендов, визуализированных ниже (рис. 1).

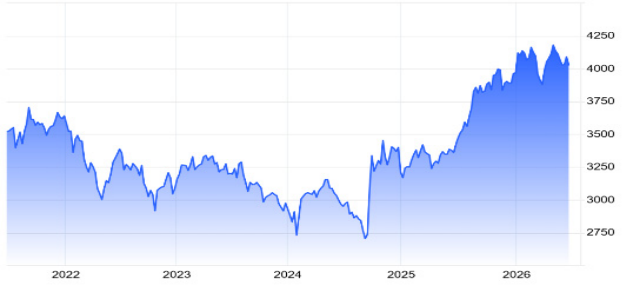


Рисунок 1 - Индекс Шанхайской фондовой биржи за 2022-2026 гг. [3]

Период 2022–2024 годов отметился падением из-за пандемии и кризиса недвижимости, но сменился V-образным восстановлением до середины 2026 года благодаря перетоку капитала в технологии и энергетику, что подтверждает экономический рост КНР.

Механизмы ликвидности подняли индекс выше 4000 пунктов, а коррекция июня 2026 года вызвана перекупленностью. Высокое госучастие и жесткие коридоры волатильности сглаживают падения и сдерживают панику [7]. Перелом тренда в 2024 году доказал эффективность интервенций Пекина. Действия госинститутов выкупают просадки, а листинг инновационных секторов повышает чувствительность индекса к глобальным технологическим трендам [8]. Сравнение индикаторов представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ ключевых биржевых индексов КНР [4]

Индекс	Последнее значение	Изменение (пункты)	Изменение (%)
Индекс Шанхайской фондовой биржи	4 027,26	-93,02	-2,26%
Индекс Thomson Reuters China 50	234,48	-3,63	-1,52%
Индекс FTSE China A50	15 331,45	-556,46	-3,50%

Данные таблицы 1 фиксируют неравномерность распределения рыночного давления в различных эшелонах активов КНР. Наибольшие относительные потери понес индекс FTSE China A50, просевший на 350%, что указывает на таргетированную распродажу наиболее ликвидных акций крупной капитализации международными портфельными менеджерами. Менее выраженное падение индекса Thomson Reuters China 50 (-152%) свидетельствует об устойчивости диверсифицированных корзин, включающих компании средней рыночной доли. Базовый индикатор Шанхайской биржи (-226%) занял промежуточное положение, отражая усредненный вектор внутренних и внешних настроений. Предполагаем, что опережающее падение «тяжеловесов» из FTSE A50 обусловлено их включением в трансграничные арбитражные стратегии, делающие их уязвимыми к флуктуациям курса юаня. Снижение подчеркивает фрагментацию внутренней структуры рынка.

Крупный капитал, сосредоточенный в традиционных секторах, испытывает давление из-за реструктуризации корпоративного долга, тогда как средний бизнес демонстрирует более высокую адаптивность к изменяющимся условиям внутреннего спроса. Наличие подобного дисбаланса свидетельствует об изменении механизмов трансмиссии ликвидности внутри национальной финансовой системы. Изучение краткосрочных изменений в отрыве от долгосрочных трендов может исказить реальную картину. Для более точной верификации структурных сдвигов целесообразно расширить временной горизонт анализа и включить региональные компоненты, представленные в расширенной матрице индексов.

Таблица 2

Основные индексы фондового рынка Китая в 2026 г. [4]

Индексы	Цена	День (%)	Месяц (%)	Год (%)
HK50	22 671,86	-1,76%	-10,49%	-6,64%
Шанхай	4 027,26	-2,26%	-1,62%	17,61%
CSI 300	4 868,22	-3,03%	-0,81%	24,13%
Шанхай 50	2 906,94	-2,37%	-0,95%	7,36%
CH50	15 331,45	-3,50%	-2,74%	13,35%

Данные таблицы 2 показали институциональный разрыв между материковыми площадками и Гонконгом (индекс HK50). Гонконгский сегмент демонстрирует отрицательную динамику на всех временных интервалах, включая годовое снижение на 664%, что вызвано его открытостью для западного спекулятивного капитала и прямой зависимостью от монетарной политики ФРС США. В противовес этому, материковые индексы демонстрируют выраженный годовой рост: CSI 300 прибавил 2413%, а Шанхайский сводный — 1761%.

Учитываем, что годовая премия материкового рынка сформирована за счет жесткого контроля над оттоком капитала и целевой поддержки национальных производителей со стороны Народного банка Китая. Краткосрочная месячная просадка (наиболее заметная в CH50 на уровне -2,74%) выступает элементом циклического охлаждения после бурного весеннего ралли. Расхождение значений Шанхай 50 (+736% за год) и CSI 300 (+2413%) доказывает, что драйвером роста выступали не старые промышленные гиганты, а компании средней капитализации, ориентированные на внутренний технологический суверенитет. Феномен автономизации материковых площадок от динамики глобальных рынков указывает на формирование замкнутого контура обращения финансовой ликвидности. Эффективность напрямую зависит от устойчивости его крупнейших корпоративных элементов, формирующих каркас биржевого листинга.

Таблица 3

Структурно-стоимостные параметры крупнейших эмитентов Шанхайского индекса по уровню капитализации [4]

Компании	Цена	День (%)	Год (%)	MCap
Сельскохозяйственный банк Китая	6,19	-0,96%	5,27%	317,56B
ICBC	7,15	-0,56%	-4,67%	293,83B
Петрочина	8,93	-1,43%	3,60%	291,15B
Квейхов Мутай	1168,63	-3,59%	-16,71%	258,35B
Банк Китая	5,76	-0,52%	2,86%	178,39B
Китайский торговый банк	36,00	-0,63%	-22,11%	115,63B
Китайская компания Shenhua Engy	39,57	0.43%	-0,90%	114,11B
Китайское страхование жизни	35,04	-5,01%	-14,87%	111,7B
Цзыджин Майнинг	25,10	-3,16%	26,90%	107,19B
Китайская Янцзыская энергетическая система	26,65	1,64%	-11,81%	97,83B

Традиционные лидеры потребительского сектора премиального класса (Kweichow Moutai) испытывают затяжное падение, потеряв 1671% за год, что сигнализирует об изменении паттернов демонстративного потребления в стране. Финансовый сектор демонстрирует стабильность: Сельскохозяйственный банк Китая вырос на 527%, удерживая статус крупнейшего компонента по рыночной стоимости (317,56B). Максимальный годовой прирост зафиксирован у горнорудного гиганта Zijin Mining (+2690%), подкрепленный глобальным суперциклом в сырьевых товарах и расширением золотовалютных резервов КНР. Полагаем, что устойчивость сырьевых и банковских компонентов компенсирует сжатие стоимости в технологическом и потребительском сегментах, предотвращая обвальное падение индекса. Синхронное дневное снижение большинства эмитентов (за исключением Shenhua Energy и Янцзыской энергосистемы) подтверждает общерыночный характер коррекционного движения, вызванного фиксацией прибыли. Специфика структуры капитала этих эмитентов (высокая доля государства) обусловливает их низкую волатильность по сравнению с частным сектором, превращая их в защитные инструменты в периоды макроэкономической турбулентности. Оценка стабильности долгосрочных компонентов требует сопоставления со спекулятивной активностью, концентрирующейся в наиболее торгуемых бумагах дня.

Таблица 4

Лидеры торгов по объему сделок на Шанхайской фондовой бирже [4]

Название компании	Цена (последняя)	Цена закрытия (предыдущая)	Макс. цена	Мин. цена	Изменение (%)	Объем (млн)
Baogang Group	2,220	2,290	2,290	2,180	-3,06%	755,51
Datang Power	7,320	7,470	7,870	7,170	-2,01%	697,81
Yankuang Energy	1,530	1,560	1,580	1,520	-1,92%	605,44
Sanan Optoelectronics	21,73	21,67	23,18	21,41	+0,28%	543,22
Taiji Industry	26,88	25,31	27,84	26,20	+6,20%	527,93

Анализ ликвидности (таблица 4) указывает на концентрацию спекулятивного интереса в низкоценовых бумагах тяжелой промышленности (Baogang Group, объем 755,51 млн акций) и энергетики (Datang Power, 697,81 млн. акций). Высокий оборот при отрицательной динамике цен этих эмитентов свидетельствует о выходе розничных инвесторов из циклических отраслей на фоне замедления темпов инфраструктурного строи-

тельства. Противоположную тенденцию демонстрируют высокотехнологичные компании: Taiji Industry подскочила на 620% при значительном объеме торгов (527,93 млн. акций).

Ожидаем, что локальный приток капитала в полупроводниковые активы (такие как Sanan Optoelectronics и Taiji Industry) отражает реакцию рынка на государственные программы импортозамещения в сфере микроэлектроники. Высокая внутридневная амплитуда колебаний (в Taiji Industry разница между минимумом 26,20 и максимумом 27,84 юаней) указывает на присутствие высокочастотных трейдеров, использующих новостной фон для извлечения краткосрочной маржи. Переток ликвидности из сырьевых секторов в технологические полупроводниковые активы подчеркивает качественную трансформацию структуры спекулятивного спроса. Подобная поляризация интересов участников рынка наглядно проявляется при сопоставлении экстремальных ценовых движений торговой сессии.

Таблица 5

Структура лидеров роста и падения котировок акций [4]

Название	Цена	Изм. (%)	Название (падение)	Цена	Изм. (%)
Алмаз Вольде (Wolde Diamond)	141,50	+10,41%	Ronbay Technology	29,14	-11,16%
Чжуолан Интеллектуальный (Zhuolang Intelligent)	7,10	+10,08%	Haixin Group	8,80	-10,02%
Цзинненг Чистая энергия (Jingneng Clean Energy)	3,940	+10,06%	Shanghai Yahong	17,06	-10,02%
Байюнь Электрикал (Baiyun Electrical)	14,25	+10,04%	Chengbang Group	21,65	-10,02%
Аокан Интернэшнл (Aokang International)	14,14	+10,04%	EastCom	13,40	-10,01%

Направление роста возглавляют узкоспециализированные технологические компании (Wolde Diamond, +1041%) и представители альтернативной энергетики (Jingneng Clean Energy, +1006%). Достижение ими верхнего лимита дневного роста (установленного регулятором на уровне 10% для большинства платформ) свидетельствует о наличии дефицита предложения в акциях, связанных с «зеленой» повесткой. На обратном полюсе находятся производители компонентов для литий-ионных батарей (Ronbay Technology, -1116%), испытывающие давление из-за перепроизводства в секторе электромобилей и снижения субсидий. Думаем, что обвальное падение группы акций (сразу четыре эмитента потеряли более 10%) указывает на срабатывание каскадных маржин-коллов у маржинальных игроков. Высокая концентрация капитала в узких нишах приводит к мгновенной потере ликвидности при изменении рыночного сентимента. Подобные резкие ценовые сдвиги на микроуровне формируют итоговые тренды крупных отраслевых агрегатов, определяющих общую устойчивость финансовой системы КНР.

Таблица 6

Отраслевая динамика фондового рынка Китая [4]

Название отрасли	Последнее значение	Изменение (пункты)	Изменение (%)	Название отрасли	Последнее значение	Изменение (пункты)	Изменение (%)
Финансы (Шанхай)	5007,84	-108,60	-2,12%	Сырьевые товары (Шэньчжэнь)	2215,16	-77,41	-3,38%
Потребительские товары	3855,40	-90,39	-2,29%	Строительный сектор	1029,15	-34,02	-3,20%
Дискреционный спрос	2124,28	-54,44	-2,50%	Защитные активы (Шэньчжэнь)	11170,64	-486,11	-4,17%
Материалы	3649,05	-95,32	-2,55%	Нижний сектор (downstream)	4813,60	-119,35	-2,42%
Энергетика	1876,69	-40,25	-2,10%	Оборудование	11092,84	-512,14	-4,41%
Коммунальные услуги	2496,64	-12,89	-0,51%	Экология (ESG)	7386,23	-329,69	-4,27%
Промышленность	1987,06	-45,69	-2,25%	Энергетика (Шэньчжэнь)	3502,36	-55,48	-1,56%
Природные ресурсы	4161,02	-97,51	-2,29%	Сборный индекс ChiNext 50	4488,64	-215,78	-4,59%
Информационные технологии	8849,19	-214,25	-2,36%	Потребительский сектор	6598,38	-7,61	-0,12%
Новый сводный индекс	3404,08	-78,67	-2,26%	Финансы (Шэньчжэнь)	6575,08	-218,06	-3,21%
Телекоммуникации	5891,56	-384,57	-6,13%	Медицина (индекс 50)	6325,14	-223,03	-3,41%
Потребительский сектор	8539,32	-200,32	-2,29%	Медицинская промышленность	6432,40	-241,13	-3,61%
Фармацевтика	5658,31	-163,84	-2,81%	Частные предприятия	8072,17	-350,37	-4,16%
Экономика развития	10 415,50	-228,39	-2,15%	Технологические циклы	3167,29	-104,05	-3,18%
Банковский сектор	918,41	-8,73	-0,94%	IT-индекс	1701,83	-67,43	-3,81%
Агропромышленный комплекс	6478,77	-98,24	-1,49%	Промышленный сектор	4357,03	-158,61	-3,51%
Торговый индекс	1168,96	-34,90	-2,90%	Лидеры рынка	3187,36	-129,59	-3,91%
Потребительский (Шэньчжэнь)	6350,68	-110,57	-1,71%	Производственный индекс	4204,70	-140,94	-3,24%
Государственные предприятия	4910,26	-188,17	-3,69%	Культурный индекс	689,53	-29,56	-4,11%
Дискреционный спрос	5712,84	-133,44	-2,28%	Промежуточный сектор	6078,61	-249,73	-3,95%
Культура и медиа	2386,90	-93,05	-3,75%	—	—	—	—

Сводный отраслевой анализ (таблица 6) подтверждает фронтальный характер снижения, затронувший практически все сектора экономики КНР, за исключением коммунальных услуг (-0,51%) и потребительского сектора Шэньчжэня (-0,12%). Наиболее глубокое падение зафиксировано в сегменте Телекоммуникаций (-6,13%) и сборном индексе технологических компаний ChiNext 50 (-4,59%), что отражает глобальный тренд ухода от технологических рисков (так называемый «risk-off»). Снижение индекса Оборудования на 441% и Экологии (ESG) на 427% указывает на временное сокращение капитальных затрат корпоративного сектора на модернизацию мощностей в условиях неопределенности внешнего спроса.

Стабильность банковского сектора (-0,94%) удерживает финансовую систему КНР от системного кризиса, знаменуя завершение спекулятивного разогрева рынка. В отличие от либеральных моделей, китайская система демонстрирует селективную изоляцию секторов. Госинтервенции формируют зону стабильности в банковских и сырьевых активах, допуская высокую волатильность в частном технологическом сегменте. Это позволяет Пекину абсорбировать избыточную ликвидность через спекулятивные площадки, снижая инфляционное давление. Автономизация от западных рынков (расхождение Shanghai Composite и гонконгского HK50) доказывает формирование суверенного кластера. Понятие "защитного актива" переформатировано: инвесторы ищут спасения в акциях крупнейших госбанков.

Однако автономия площадок обнажает глубокие проблемы. Главной остается высокая зависимость рынка от решений госорганов. Быстрая смена правил приводит к паническим распродажам и снижает доверие к рыночным механизмам [11]. Также наблюдается перекос ликвидности в сторону госкомпаний для поддержания стабильности [10], из-за чего стартапы остаются без средств [6]. Ситуацию осложняет высокая доля розничных инвесторов, чьи эмоции вызывают резкие скачки котировок [1]. Наконец, барьером выступает слабая прозрачность отчетности предприятий и маскировка скрытых долгов провинций. Пока качество корпоративного управления не вырастет, приток иностранного капитала будет ограничен [9]. Переход к гибкому регулированию станет главным условием долгосрочного выживания рынка.

Учитывая масштабную перестройку глобальных экономических связей, происходящие на торговых площадках КНР процессы неизбежно оказывают сильное влияние на российскую финансовую систему. Тесная интеграция двух стран в торговой сфере превращает колебания китайских индексов в прямой фактор риска или, наоборот, источник возможностей для отечественного бизнеса (таблица 7, рис. 2).

Таблица 7

Регрессионный анализ и прогноз трендов фондового рынка КНР и их влияния на экономику России

Независимая переменная (X)	Зависимая переменная (Y)	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации (R2)	Уровень значимости (p-value)	Прогнозный тренд на 2026–2027 гг.

Индекс Shanghai Composite (базовый индикатор КНР)	Индекс МосБиржи (российский фондовый рынок)	Y = 0,54X + 824,15	0,68	< 0,01	При сохранении индекса Шанхая в коридоре 3900–4100 п. российский рынок получит умеренную поддержку.
Отраслевой индекс материалов и сырья (Шанхай)	Индекс нефти и газа МосБиржи	Y = 0,72X - 314,20	0,79	< 0,001	Коррекция сырьевого сектора КНР на 3,38% способна вызвать снижение доходов российских экспортеров на 2,4–2,8%.
Курс юаня к доллару (USD/CNY) на бирже КНР	Курс рубля к юаню (CNY/RUB) в РФ	Y = -1,15X + 18,40	0,55	< 0,05	Ослабление юаня из-за внутренних биржевых шоков приведет к удорожанию импорта и росту инфляционного давления в РФ.
Сводный индекс ChiNext 50 (высокие технологии)	Объем прямых инвестиций КНР в ИТ-сектор РФ	Y = 0,31X + 105,60	0,42	< 0,05	Спад в ChiNext (-4,59%) вынудит китайские компании искать внешние рынки, увеличивая партнерские программы с РФ на 12–15%.

Результаты регрессионного анализа в таблице 7 верифицируют трансмиссионные каналы между КНР и Россией. Высокие коэффициенты детерминации (R^2) доказывают, что волатильность рынков Китая опережает российские показатели. Сильнейшая связь ($R^2 = 0,79$) обнаружена между сырьевым индексом КНР и нефтегазовым сектором РФ: изменение котировок в Шанхае на один пункт меняет российский индекс на 0,72. Падение сырьевого сегмента в Шэньчжэне на 3,38% снизит капитализацию российских добывающих компаний.

Также выявлена обратная зависимость между технологическим ChiNext 50 и инвестициями КНР в IT-сектор России ($R^2 = 0,42$, $p < 0,05$). Сжатие капитализации на родине (-4,59%) из-за регуляторного давления вынуждает китайские компании перенаправлять потенциал на дружественные рынки, открывая новые возможности для РФ.

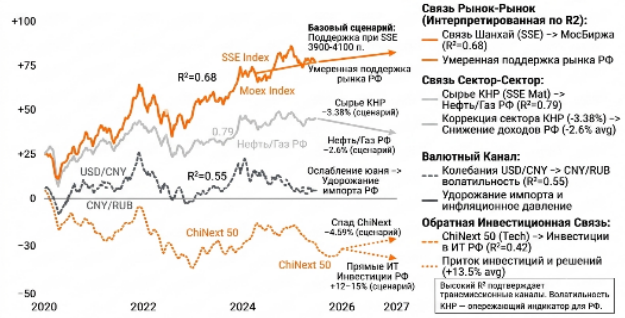


Рисунок 2 – Прогноз трендов фондового рынка Китая и экономики России (2020-2027 гг.)

Математическая оценка валютного канала ($R^2 = 0,55$) демонстрирует среднюю степень чувствительности курса рубля к биржевым шокам юаня. Уравнение регрессии отражает, что паника розничных инвесторов на материковых биржах КНР снижает стабильность юаня, что автоматически транслируется в повышенную волатильность пары CNY/RUB на Московской бирже. На основе полученных данных можно сделать прогноз, что переход Шанхайского индекса к стадии затяжного циклического охлаждения усложнит процесс дедолларизации российской торговли. Снижение устойчивости юаня потребует от Банка России внедрения дополнительных инструментов хеджирования валютных рисков для минимизации импортируемой инфляции.

Заключение

Таким образом, разработанная регрессионная модель доказывает, что влияние фондового рынка Китая на финансовую систему России перестало быть исключительно косвенным. Прямая корреляция биржевых индексов требует от российских регуляторов глубокого учета внутренних дисбалансов КНР (таких как долговая нагрузка провинций и поведение розничных инвесторов) при формировании долгосрочной стратегии развития отечественного финансового сектора.

В первую очередь, динамика Шанхайской биржи определяет мировой спрос на сырьевые товары. Китай является крупнейшим потребителем российской нефти, газа, угля и металлов. Когда китайские отраслевые индексы, особенно в сфере промышленности и строительства, начинают падать, это сигнализирует о замедлении реального производства внутри КНР. В результате снижаются мировые цены на ресурсы, что мгновенно отражается на доходах российского бюджета и капитализации крупнейших отечественных экспортеров. Подразумеваем, что стабильность российского фондового рынка сегодня напрямую зависит от покупательской способности китайской индустрии, зафиксированной в биржевых котировках.

Вторым каналом влияния выступает процесс дедолларизации и переход на расчеты в национальных валютах. Паника розничных инвесторов в Шанхае или Шэньчжэне часто приводит к ослаблению курса юаня по отношению к ведущим мировым валютам. Поскольку юань стал главной резервной и торговой валютой в России, его колебания напрямую влияют на курс рубля и стоимость импортных товаров. Падение стоимости юаня на фоне биржевых шоков в Китае снижает реальную ценность накопленных российских резервов и усложняет планирование долгосрочных контрактов для совместных предприятий.

Учитываем также, что внутренние проблемы китайского финансового сектора ограничивают доступ российских компаний к восточному капиталу. Из-за жесткого государственного контроля и перекоса ликвидности в пользу собственных госпредприятий, биржи КНР неохотно открывают свои двери для иностранных заемщиков. Российские эмитенты, лишенные доступа к западным площадкам, сталкиваются с высокой избирательностью китайских фондов. Ожидаем, что пока внутренний рынок Китая страдает от высокой волатильности и регуляторных рисков, рассчитывать на масштабное привлечение дешевых юаневых кредитов через выпуск облигаций российским компаниям будет крайне сложно.

С другой стороны, биржевые трудности технологического сектора КНР создают новые стимулы для двустороннего партнерства. Когда частные высокотехнологичные компании Китая теряют поддержку местных инвесторов из-за падения индексов, они начинают активнее искать новые рынки сбыта и площадки для совместных разработок. Россия в данном случае выступает надежным партнером для внедрения китайских технологий в сфере микроэлектроники, связи и искусственного интеллекта. Думаем, что падение капитализации технологических гигантов КНР на родине заставит их быть более гибкими в переговорах по передаче технологий и созданию независимых от Запада производственных цепочек.

Таким образом, влияние фондового рынка Китая на Россию носит двойственный характер. С одной стороны, сырьевая зависимость и валютные риски заставляют российскую экономику чутко реагировать на любой спад в Шанхае. С другой стороны, общие вызовы подталкивают обе страны к созданию более изолированной и устойчивой финансовой инфраструктуры. Наш анализ показывает, что для минимизации негативных последствий России необходимо оценивать скрытые риски восточного соседа, выстраивая собственные суверенные механизмы защиты капитала.

Литература

1. Chen L., Wen F., Li W., Yin H., Zhao L. Extreme risk spillover of the oil, exchange rate to Chinese stock market: Evidence from implied volatility indexes // Energy Economics. – 2022. – Vol. 107. – p. 105857.
2. Chen Z., Zhang L., Weng C. Does climate policy uncertainty affect Chinese stock market volatility? // International Review of Economics & Finance. – 2023. – Vol. 84. – p. 369-381.
3. China Shanghai Composite Stock Market Index // Trading Economics. – URL: https://tradingeconomics.com/china/stock-market (дата обращения: 27.06.2026).
4. China's stock market dynamics // Investing.com. – URL: https://cn.investing.com/markets/china (дата обращения: 27.06.2026).
5. Dai Z., Zhu H. Time-varying spillover effects and investment strategies between WTI crude oil, natural gas and Chinese stock markets related to belt and road initiative // Energy Economics. – 2022. – Vol. 108. – p. 105883.
6. Dai Z., Zhu H., Zhang X. Dynamic spillover effects and portfolio strategies between crude oil, gold and Chinese stock markets related to new energy vehicle // Energy Economics. – 2022. – Vol. 109. – p. 105959.
7. Liu M., Choo W. C., Lee C. C., Lee C. C. Trading volume and realized volatility forecasting: Evidence from the China stock market // Journal of Forecasting. – 2023. – Vol. 42, No. 1. – pp. 76-100.
8. Ma C., Yan S. Deep learning in the Chinese stock market: the role of technical indicators // Finance Research Letters. – 2022. – Vol. 49. – p. 103025.
9. Vuong G. T. H., Nguyen M. H., Huynh A. N. Q. Volatility spillovers from the Chinese stock market to the US stock market: The role of the COVID-19 pandemic // The Journal of Economic Asymmetries. – 2022. – Vol. 26. – p. e00276.
10. Wen F., Liu Z., Dai Z., He S., Liu W. Multi-scale risk contagion among international oil market, Chinese commodity market and Chinese stock

market: A MODWT-Vine quantile regression approach // Energy Economics. – 2022. – Vol. 109. – p. 105957.

11. Xu Y., Liu W., He T., Tsai S. B. Buzzword or fuzzword: an event study of the metaverse in the Chinese stock market // Internet Research. – 2024. – Vol. 34, No. 1. – pp. 174-194.

Trends in Chinese Stock Market Development

Mingaliev K.M., Balychev S.Y.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

This article examines the key trends, structural imbalances, and development challenges of China's stock market today. Based on a statistical analysis of the dynamics of leading stock indices and the operating indicators of major issuers for the period 2022–2026, the author identifies a significant shift in the autonomy of mainland Chinese trading platforms away from offshore hubs and Western financial institutions. It is substantiated that within the current model of state capitalism, a large-scale reformatting of investment demand is taking place: capital is being redistributed from the volatile private technology sector and the overheated real estate sector in favor of quasi-state banking and commodity conglomerates, which serve as new safe havens. Along with providing stability, this architecture encloses the domestic market, creating problems of liquidity asymmetry and regulatory risks. Direct and indirect channels of transmission of shocks from the Chinese stock market to the Russian economy are also revealed through the macrostructure of foreign trade turnover, volatility of the yuan, and barriers to cross-border capital raising.

Keywords: Chinese stock market, Shanghai Stock Exchange, government regulation, financial stability, investment, economy.

References

1. Chen L., Wen F., Li W., Yin H., Zhao L. Extreme risk spillover of the oil, exchange rate to Chinese stock market: Evidence from implied volatility indexes // Energy Economics. – 2022. – Vol. 107. – p. 105857.
2. Chen Z., Zhang L., Weng C. Does climate policy uncertainty affect Chi-nese stock market volatility? // International Review of Economics & Finance. – 2023. – Vol. 84. – p. 369-381.
3. China Shanghai Composite Stock Market Index // Trading Economics. – URL: https://tradingeconomics.com/china/stock-market (access date: 06.27.2026).
4. China's stock market dynamics // Investing.com. – URL: https://cn.investing.com/markets/china (access date: 06/27/2026).
5. Dai Z., Zhu H. Time-varying spillover effects and investment strategies between WTI crude oil, natural gas and Chinese stock markets related to belt and road initiative // Energy Economics. – 2022. – Vol. 108. – p. 105883.
6. Dai Z., Zhu H., Zhang X. Dynamic spillover effects and portfolio strate-gies between crude oil, gold and Chinese stock markets related to new energy vehicles // Energy Economics. – 2022. – Vol. 109. – p. 105959.
7. Liu M., Choo W. C., Lee C. C., Lee C. C. Trading volume and realized volatility forecasting: Evidence from the China stock market // Journal of Fore-casting. – 2023. – Vol. 42, No. 1. – pp. 76-100.
8. Ma C., Yan S. Deep learning in the Chinese stock market: the role of technical indicators // Finance Research Letters. – 2022. – Vol. 49. – p. 103025.
9. Vuong G. T. H., Nguyen M. H., Huynh A. N. Q. Volatility spillovers from the Chinese stock market to the US stock market: The role of the COVID-19 pandemic // The Journal of Economic Asymmetries. – 2022. – Vol. 26. – p. e00276.
10. Wen F., Liu Z., Dai Z., He S., Liu W. Multi-scale risk contagion among international oil market, Chinese commodity market and Chinese stock market: A MODWT-Vine quantile regression approach // Energy Economics. – 2022. – Vol. 109. – p. 105957.
11. Xu Y., Liu W., He T., Tsai S. B. Buzzword or fuzzword: an event study of the metaverse in the Chinese stock market // Internet Research. – 2024. – Vol. 34, No. 1. – pp. 174-194.

Теоретические подходы к оценке стоимости корпорации на основе денежного потока

Бутаева Ирина Александровна
студент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ira.butaeva00@gmail.com

В статье систематизированы теоретико-методологические подходы к оценке фундаментальной стоимости корпорации с акцентом на доходный подход, реализуемый через модель дисконтированных денежных потоков. Рассмотрены соотношение доходного, сравнительного и затратного подходов, экономическая природа свободного денежного потока и две основные модификации модели — на основе свободного денежного потока для фирмы (FCFF) и для собственников (FCFE). Систематизированы внутренние и внешние факторы, формирующие динамику свободного денежного потока. Особое внимание уделено специфике оценки корпораций на развивающихся рынках, включая обоснование ставки дисконтирования и премии за страновой риск.

Ключевые слова: оценка стоимости, свободный денежный поток, дисконтированный денежный поток, FCFF, FCFE, средневзвешенная стоимость капитала, стоимостно-ориентированное управление, терминальная стоимость, премия за страновой риск.

Введение

Современная теория и практика корпоративных финансов отводит свободному денежному потоку ведущую роль в системе показателей фундаментальной стоимости бизнеса. В условиях экономической неопределённости, обусловленной волатильностью сырьевых рынков, санкционным давлением и трансформацией отраслевой структуры экономики, способность компании генерировать устойчивый свободный денежный поток становится ключевым критерием её инвестиционной привлекательности. Стоимостно-ориентированное управление (Value-Based Management), пришедшее на смену моделям, основанным на бухгалтерской прибыли, исходит из того, что подлинной мерой эффективности корпорации выступает не зафиксированная в отчётности прибыль, а денежный поток, доступный для распределения между всеми поставщиками капитала.

Применение метода дисконтированных денежных потоков для оценки российских публичных корпораций приобретает особую значимость по ряду причин. Ограничение доступа к международным финансовым рынкам потребовало пересмотра подходов к расчёту ставки дисконтирования и премии за страновой риск; макроэкономическая нестабильность повысила требования к обоснованности прогноза свободного денежного потока и его драйверов; а сопоставление фундаментальной стоимости с рыночной капитализацией требует согласованного применения нескольких методов оценки на основе денежного потока.

Теоретические основы оценки методом дисконтированных денежных потоков заложены в трудах А. Дамодарана, Р. Брейли, С. Майерса, Ф. Аллена, Т. Коллера, М. Гедхарта, Д. Уэссельса, М.А. Лимитовского, Т.В. Тепловой, А.Г. Грязновой, М.А. Федотовой. Вместе с тем применение классических методов к оценке российских корпораций в условиях санкционных ограничений и трансформации финансовых рынков остаётся областью, требующей дальнейшего исследования, прежде всего в части обоснования ставки дисконтирования и премии за страновой риск при ограниченной доступности рыночных данных.

Цель статьи — систематизация теоретико-методологических подходов к оценке стоимости корпорации на основе денежного потока, раскрытие природы и методики расчёта свободного денежного потока и классификация факторов, определяющих его динамику. Научная значимость работы состоит в систематизации классической методологии DCF применительно к специфике оценки российских корпораций в условиях трансформации финансовых рынков; практическая — в обосновании системы взаимодополняющих методов оценки на основе денежного потока, пригодной для определения фундаментальной стоимости компании и её сопоставления с рыночной капитализацией.

1. Подходы и методы оценки стоимости корпорации

Оценка стоимости корпорации — одно из основных направлений финансового менеджмента и инвестиционного анализа. В условиях развития рынка капитала, сделок слияний и поглощений, привлечения финансирования через размещение акций и облигаций, а также внедрения стоимостно-ориентированного управления обоснованная оценка фундаментальной стоимости становится не только инструментом инвестиционного решения, но и ориентиром стратегического управления.

Современная методология опирается на «триаду» подходов: доходный, сравнительный и затратный. Эта классификация закреплена как в трудах ведущих исследователей (А.Г. Грязнова, М.А. Федотова, А. Дамодаран, Т. Коупленд, Т. Коллер, Дж. Муррин, Р. Брейли, С. Майерс), так и в отечественной нормативной базе — Федеральном законе от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» и Федеральных стандартах оценки. А.Г. Грязнова и М.А. Федотова определяют оценочную деятельность как профессиональную деятельность, направленную на установление в отношении объектов оценки рыночной или иной стоимости [1]. Каждый подход отражает определённую философию ценности: способность актива генерировать денежные потоки, результат рыночного арбитража и сумму затрат на воспроизводство аналогичного объекта. А. Дамодаран выделяет три типа оценки: дисконтирование денежных потоков, относительную (сравнительную) оценку и оценку условных требований на основе моделей опционного ценообразования.

Доходный подход основан на принципе: стоимость актива есть приведённая стоимость ожидаемых от него будущих денежных потоков, дисконтированных по ставке, отражающей риск этих потоков [2]. В его

рамках выделяют метод капитализации дохода и метод дисконтирования денежных потоков (DCF). Первый применим к стабильным компаниям с равномерным или равномерно растущим потоком дохода в течение неограниченного периода; стоимость бизнеса определяется как:

$$V = CF / R, \quad (1)$$

где V — стоимость бизнеса; CF — годовой денежный поток; R — ставка капитализации (разность между требуемой доходностью и стабильным темпом роста) [3]. Метод DCF применим, когда денежные потоки изменяются от периода к периоду, и предполагает выделение прогнозного и постпрогнозного периодов:

$$V = \Sigma\, CF_t / (1 + r)^t + TV / (1 + r)^n, \quad (2)$$

где CF_t — денежный поток в году t; r — ставка дисконтирования; n — длительность прогнозного периода; TV — терминальная стоимость, рассчитываемая, как правило, по модели Гордона.

Достоинства доходного подхода признаются практически всеми исследователями. Т. Коллер, М. Гедхарт и Д. Уэссельс подчёркивают, что компании создают ценность, инвестируя капитал с доходностью, превышающей его стоимость [4]. К преимуществам метода относятся учёт временной стоимости денег, отражение индивидуальных рисков объекта и возможность интеграции управленческих решений в финансовую модель. Вместе с тем он требует значительного объёма исходной информации, корректного долгосрочного прогноза и обоснования ставки дисконтирования. Т.В. Теплова отмечает, что ошибки в прогнозе ключевых драйверов и ставки дисконтирования имеют мультипликативный характер и способны существенно исказить итоговую оценку [5]; особенно остро эта проблема проявляется на развивающихся рынках, где макроэкономическая нестабильность затрудняет определение безрисковой ставки и премий за риск [6].

Сравнительный подход основан на принципе субституции: рациональный инвестор не заплатит за объект больше, чем стоит сопоставимый актив аналогичной полезности при равной ликвидности. В его рамках выделяют метод компании-аналога (рынка капитала), метод сделок и метод отраслевых коэффициентов [7]. Реализация осуществляется через расчёт ценовых мультипликаторов — отношений рыночной стоимости (или стоимости предприятия) к финансовому показателю: P/E, EV/EBITDA, EV/Sales, P/B, EV/FCF. Последний представляет особый интерес для оценки на основе денежного потока, поскольку напрямую связывает рыночную оценку компании с её способностью генерировать денежные потоки.

А. Дамодаран выделяет четыре шага корректного применения мультипликаторного подхода: определение и проверку устойчивости мультипликатора; изучение распределения его значений и определяющих факторов; отбор сопоставимых компаний; контролируемое сравнение с учётом различий в риске, темпах роста и потенциале денежных потоков [8]. Достоинствами подхода являются опора на фактические рыночные данные и простота расчётов, ограничениями — трудность подбора сопоставимых компаний, зависимость от рыночной конъюнктуры и невозможность учёта индивидуальных особенностей оцениваемой компании. Т.В. Теплова характеризует сравнительный подход как инструмент рыночной верификации результатов доходного подхода, а не как самостоятельный метод формирования суждения о фундаментальной стоимости [9].

Затратный подход рассматривает компанию как имущественный комплекс и определяет её стоимость как разность между рыночной стоимостью активов и обязательств; используются метод стоимости чистых активов и метод ликвидационной стоимости [10]. Стоимость собственного капитала методом чистых активов:

$$E = A_{market} - L_{market}, \quad (3)$$

где E — стоимость собственного капитала; A_{market} — рыночная стоимость активов; L_{market} — рыночная стоимость обязательств. Подход не отражает способность компании генерировать денежные потоки, синергию активов, ценность бренда и человеческий капитал, поэтому как самостоятельный метод применяется преимущественно при оценке холдинговых и инвестиционных компаний, предприятий без устойчивой истории рентабельной работы, а также для целей ликвидации. Для устойчиво функционирующей вертикально-интегрированной корпорации он даёт лишь нижнюю границу оценки.

Развитие методологии оценки связано с распространением концепции управления, ориентированного на стоимость (VBM), согласно которой максимизация стоимости компании в долгосрочном периоде является генеральной целью корпоративного управления. Т. Коллер с соавторами формулируют её центральный тезис: компании создают ценность, используя привлечённый капитал для генерирования будущих денежных потоков с доходностью, превышающей стоимость капитала [11]. В российском контексте VBM получает распространение: согласно эмпирическому исследованию топ-менеджеров крупнейших компаний, 90 % респондентов знакомы с понятием value-based management, 79 % декларируют приоритет максимизации стоимости, 75 % рассчитывают ROIC, 81 % учитывают соотношение ROIC и WACC при отборе проектов; вместе с тем лишь 38 % считают стратегию общераспространённым документом, что свидетельствует о разрыве между декларируемой приверженностью VBM и реальной интеграцией стоимостного мышления [12]. Показатели остаточного дохода (EVA, MVA, CVA, CFROI) используются как инструменты управленческого учёта, но как самостоятельный метод оценки применяются ограниченно, поскольку при корректном построении дают результаты, эквивалентные DCF-подходу [13].

Современная практика рекомендует одновременное использование нескольких подходов с последующим взвешиванием результатов. Центральное место при оценке публичной корпорации занимает доходный подход, дополняемый сравнительным анализом мультипликаторов, тогда как затратный обозначает нижнюю границу оценки. Ведущим методом при оценке на основе денежного потока выступает доходный подход, реализуемый через DCF-модель в двух вариантах — на основе FCFF и FCFE, — дополняемый мультипликаторным анализом EV/FCF в целях рыночной верификации.

2. Свободный денежный поток как базис формирования стоимости компании

Свободный денежный поток (FCF) — одна из фундаментальных категорий корпоративных финансов. Его преимущество перед показателями бухгалтерской прибыли в том, что он отражает реальные денежные средства, доступные поставщикам капитала после удовлетворения операционных потребностей и инвестиций в основной и оборотный капитал. А. Дамодаран определяет FCF как денежный поток, остающийся после вычета операционных расходов, налогов и реинвестиционных потребностей, но до выплат поставщикам капитала [14]. В отличие от прибыли, формируемой по принципу начислений и включающей неденежные компоненты, FCF учитывает только реально движущиеся денежные средства, и именно он определяет потенциал распределения средств в форме дивидендов, выкупа акций или погашения долга. По характеристике Т. Коллера, свободный денежный поток есть реальный операционный денежный поток компании, доступный всем её финансовым инвесторам — держателям долговых обязательств и акционерам [15].

Выделяются два вида свободного денежного потока, различающихся принадлежностью: для фирмы (FCFF) и для собственников (FCFE). FCFF представляет совокупный денежный поток, доступный всем поставщикам капитала после удовлетворения операционных потребностей и инвестиций, то есть генерируемый операционной деятельностью до распределения между источниками финансирования:

$$FCFF = EBIT \times (1 - t) + DA - CAPEX - \Delta NWC, \quad (4)$$

где EBIT — операционная прибыль до вычета процентов и налогов; t — эффективная ставка налога; DA — амортизация; CAPEX — капитальные затраты; ΔNWC — изменение чистого оборотного капитала. Произведение EBIT × (1 − t), называемое NOPAT (или NOPLAT), отражает операционную прибыль после налогов в предположении полного финансирования за счёт собственного капитала, что позволяет «очистить» прибыль от эффектов финансовой политики и сосредоточиться на способности активов генерировать ценность вне зависимости от структуры капитала.

FCFE представляет денежный поток, доступный исключительно собственникам — после удовлетворения требований прочих поставщиков капитала, прежде всего кредиторов:

$$FCFE = FCFF - Interest \times (1 - t) + Net\ Borrowing, \quad (5)$$

или в развёрнутой форме:

$$FCFE = NI + DA - CAPEX - \Delta NWC + Net\ Borrowing, \quad (6)$$

где NI — чистая прибыль; Interest — процентные расходы; Net Borrowing — чистое привлечение долга. FCFF рассчитывается до распределения средств между поставщиками капитала, а FCFE — поток, остающийся собственникам; при корректном выборе ставок дисконтирования обе модели дают тождественную оценку стоимости собственного капитала. А. Дамодаран рекомендует FCFF при существенно меняющейся во времени долговой нагрузке и при высокой доле заёмных средств, а FCFE — для компаний со стабильной структурой капитала и в случаях, когда требуется непосредственно получить стоимость акционерного капитала [16].

Свободный денежный поток строят прямым и косвенным методами, соотносящимися с принципами составления отчёта о движении денежных средств по МСФО (IAS 7) и РСБУ. Прямой метод строит поток «снизу-вверх» — через учёт денежных поступлений и выплат:

$$FCFF = CFO - CAPEX, \quad (7)$$

где CFO — операционный денежный поток, скорректированный на процентные расходы после налогов; CAPEX — капитальные затраты.

Метод нагляден и удобен при анализе исторических данных, но слабо связан с отчётом о финансовых результатах, что усложняет прогнозирование. Косвенный метод строит поток «сверху вниз» — от показателя прибыли (EBIT для FCFF или чистой прибыли для FCFE) с корректировками на неденежные статьи и изменения оборотного капитала; он заложен в формулах (4) и (6), преобладает в практике оценки и обеспечивает прямую связь с операционными драйверами, упрощая анализ чувствительности. В моделировании основным методом служит косвенный, тогда как прямой применяется для верификации по историческим данным.

Модель дисконтированного FCFF рассчитывает стоимость предприятия как приведённую стоимость будущих свободных денежных потоков, дисконтированных по средневзвешенной стоимости капитала (WACC):

$$EV = \Sigma\, FCFF_t / (1 + WACC)^t + TV / (1 + WACC)^n ,\ (8)$$

где терминальная стоимость рассчитывается по модели Гордона:

$$TV = FCFF_{(n+1)} / (WACC - g) ,\ (9)$$

при условии WACC > g, где g — устойчивый темп роста в постпрогнозный период. Стоимость собственного капитала:

$$Equity\ Value = EV - Net\ Debt ,\ (10)$$

где Net Debt — совокупный финансовый долг за вычетом денежных средств и ликвидных финансовых вложений. Средневзвешенная стоимость капитала:

$$WACC = (E / V) \times K_e + (D / V) \times K_d \times (1 - t) ,\ (11)$$

где E — рыночная стоимость собственного капитала; D — рыночная стоимость заёмного капитала; V = E + D; K_e — стоимость собственного капитала; K_d — стоимость заёмного капитала до налогообложения; t — эффективная ставка налога. Стоимость собственного капитала K_e определяется на основе модели оценки капитальных активов (CAPM):

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f) + CRP ,\ (12)$$

где R_f — безрисковая ставка; β — коэффициент бета; $(R_m - R_f)$ — премия за рыночный риск (ERP); CRP — премия за страновой риск, учитываемая при оценке компаний на развивающихся рынках. Её включение существенно при оценке российских компаний: М.А. Лимитовский указывает, что расчёт стоимости собственного капитала по классической версии CAPM приводит к её занижению, поскольку модель не учитывает не диверсифицируемые в рамках национальной экономики риски — макроэкономические, политические, валютные [17]. Стандартной практикой стало добавление страновой премии, рассчитываемой как спред между доходностью суверенных облигаций развивающейся страны и сопоставимых облигаций США, скорректированный на относительную волатильность фондового рынка. Стоимость заёмного капитала K_d определяется как доходность к погашению по облигациям компании, средневзвешенная ставка по кредитам или сумма безрисковой ставки и кредитного спреда; корректировка на (1 − t) отражает налоговый щит.

Альтернативной реализацией доходного подхода является модель DCF на основе FCFE, в которой стоимость собственного капитала рассчитывается напрямую дисконтированием FCFE по K_e:

$$Equity\ Value = \Sigma\, FCFE_t / (1 + K_e)^t + TV_E / (1 + K_e)^n ,\ (13)$$

где терминальная стоимость собственного капитала:

$$TV_E = FCFE_{(n+1)} / (K_e - g) .\ (14)$$

Преимущество модели на FCFE — прямая ориентация на интересы собственников: результат выражается в стоимости акционерного капитала, что упрощает сопоставление с рыночной капитализацией. Однако модель требует более сложного прогнозирования, поскольку FCFE зависит не только от операционных показателей, но и от финансовой политики, и потому рекомендуется для компаний со стабильной структурой капитала. Теоретически модели на FCFF и FCFE дают тождественные результаты; на практике расхождения обусловлены различными временными рядами структуры капитала, приближённым прогнозом Net Borrowing и разной чувствительностью к параметрам, поэтому обе модели используются как взаимно проверяющие.

Существенной методологической проблемой является определение терминальной стоимости — приведённой ценности денежных потоков за пределами прогнозного периода, доля которой в совокупной оценке нередко составляет 60—80 % [18]. Применяются три подхода: модель Гордона (формулы 9, 14) с бессрочным устойчивым ростом g; модель выходного мультипликатора (Exit Multiple), исходящая из продажи компании по рыночному мультипликатору (как правило, EV/EBITDA); ликвидационная модель — для компаний с конечным сроком существования бизнеса. Темп g не должен превышать долгосрочного темпа роста экономики; на практике g принимается в диапазоне 2—4 % при моделировании в номинальных рублях.

Сравнительный (мультипликаторный) подход применяется как инструмент рыночной верификации результатов DCF. Стоимость предприятия по методу EV/FCF:

$$EV_{target} = (EV / FCF)_{peers} \times FCF_{target} ,\ (15)$$

где $(EV/FCF)_{peers}$ — медианное или среднее значение мультипликатора по выборке сопоставимых компаний; FCF_{target} — свободный денежный поток оцениваемой компании за релевантный период. В отличие от EV/EBITDA, не учитывающего различий в инвестиционных затратах и потребностях в оборотном капитале, EV/FCF отражает итоговый результат, доступный поставщикам капитала; его недостаток — значительная межгодовая волатильность FCF, требующая аккуратного выбора расчётного периода. А. Дамодаран выделяет четыре принципа корректного использования мультипликаторов: единство определений, согласованность с теорией, учёт фундаментальных отличий (рост, риск, маржинальность) и подбор аналогов с учётом всех значимых характеристик [19].

Система оценки на основе денежного потока включает: DCF на основе FCFF (дисконтирование по WACC, расчёт стоимости предприятия и переход к стоимости собственного капитала через вычитание чистого долга); DCF на основе FCFE (дисконтирование по K_e, прямой расчёт стоимости собственного капитала); EV/FCF (расчёт мультипликатора по отраслевым аналогам); сводное сравнение результатов с расчётом подразумеваемых мультипликаторов и анализом премии или дисконта относительно рыночной капитализации. Согласование трёх методов позволяет установить диапазон фундаментальной стоимости и идентифицировать источники расхождений: между DCF на FCFF и FCFE — проблемы с прогнозом структуры капитала; между DCF и EV/FCF — отклонение фундаментальной стоимости от рыночного консенсуса.

Таким образом, свободный денежный поток выступает центральной категорией оценки стоимости корпорации, обеспечивая связь между операционной деятельностью бизнеса и его рыночной ценностью. Различные виды FCF и модификации DCF-моделей формируют аналитический инструментарий для определения внутренней стоимости компании, точность которой критически зависит от качества прогноза драйверов FCF — выручки, рентабельности, инвестиций, оборотного капитала, налоговой нагрузки и стоимости капитала.

3. Факторы, влияющие на формирование и динамику свободного денежного потока

Качество DCF-оценки определяется обоснованностью прогноза свободного денежного потока, который требует понимания формирующих его факторов. Декомпозиция FCF на драйверы стоимости занимает центральное место в подходе McKinsey: Т. Коллер с соавторами выделяют четыре фундаментальных драйвера — рост выручки, рентабельность инвестированного капитала (ROIC), долю реинвестиций и стоимость капитала [20]. Эта четырёхфакторная модель связывает операционную и финансовую деятельность компании с её фундаментальной стоимостью и служит основой для систематизации факторов по двум критериям: происхождению и компоненту FCF, на который они воздействуют.

Внутренние факторы находятся в зоне непосредственного управленческого воздействия. Выручка является исходным драйвером операционного денежного потока; её динамика определяется объёмными и ценовыми факторами и связана с темпами роста рынка и долей компании на нём. Однако высокий темп роста сам по себе не гарантирует создания стоимости — рост создаёт стоимость лишь при рентабельности инвестированного капитала, превышающей стоимость капитала. Как подчёркивает Т. Коллер, экономический рост, рентабельность инвестиций и свободный денежный поток неразрывно связаны, а взаимодействие нормы прибыли на капитал и величины реинвестирования определяет прирост стоимости [21]. Для экспортно-ориентированных корпораций существенную роль играет глобальная отраслевая конъюнктура, определяющая циклическую составляющую динамики выручки.

Маржинальность по EBIT и EBITDA отражает эффективность преобразования выручки в операционную прибыль и определяется структурой затрат, эффективностью использования ресурсов и операционным рычагом; для капиталоёмких отраслей с высокой долей постоянных затрат характерна повышенная чувствительность маржи к изменению выручки. Анализ рентабельности неотделим от концепции рентабельности инвестированного капитала (ROIC):

$$ROIC = NOPAT / IC ,\ (16)$$

где NOPAT — операционная прибыль после налогообложения; IC — инвестированный капитал (сумма внеоборотных активов и чистого оборотного капитала). Сопоставление ROIC и WACC даёт прямой ответ о создании или разрушении стоимости: при ROIC > WACC компания создаёт стоимость, при ROIC < WACC — разрушает её, даже генерируя положительную бухгалтерскую прибыль.

Капитальные затраты — один из ключевых отрицательных компонентов FCF: уменьшая текущий денежный поток, CAPEX формирует производственный потенциал для будущих потоков. Значимо различение CAPEX поддержания (сопоставим с амортизацией) и CAPEX роста (оценивается по критерию возврата на инвестиции). Для стратегической

оценки полезен показатель чистых инвестиций, который рекомендуется моделировать как функцию ожидаемого темпа роста выручки и капиталоёмкости бизнеса [22].

Изменение чистого оборотного капитала (ΔNWC) — ещё одна отрицательная составляющая FCF. Чистый оборотный капитал:

$$NWC = Inventory + Accounts\ Receivable - Accounts\ Payable\ ,\ (17)$$

то есть разность между операционными оборотными активами и обязательствами. Положительное ΔNWC «замораживает» средства в оборотном цикле и снижает FCF, отрицательное — высвобождает их и увеличивает. Для прогнозирования NWC выражается через периоды оборачиваемости запасов, дебиторской и кредиторской задолженности; сокращение операционного цикла высвобождает оборотный капитал, что особенно значимо в зрелых отраслях с ограниченными возможностями роста [23]. Налог на прибыль уменьшает операционную прибыль до NOPAT и, следовательно, FCFF; эффективная ставка может отличаться от номинальной вследствие льгот, переноса убытков, особенностей налогообложения дивидендов от дочерних компаний и трансфертного ценообразования. Для холдинговых структур характерно расхождение между эффективной ставкой материнской компании и сводной ставкой по группе вследствие льготной ставки на дивиденды от дочерних обществ.

Структура капитала влияет на FCF через стоимость заёмного капитала Kd (и, следовательно, FCFE), через WACC (ставку дисконтирования FCFF) и через налоговый щит. Согласно модифицированной теореме Модильяни — Миллера, увеличение долговой нагрузки повышает стоимость компании за счёт налогового щита, но увеличивает финансовый риск и стоимость собственного капитала; оптимальная структура достигается там, где предельная выгода от налогового щита уравновешивается предельным ростом издержек финансовой нестабильности [24].

Внешние факторы находятся вне зоны управленческого воздействия, но существенно влияют на способность генерировать денежные потоки, и их учёт является элементом сценарного анализа. Темпы роста ВВП определяют потенциал расширения внутреннего рынка; инфляция влияет на номинальную выручку и затраты, причём асимметричная реакция выручки и затрат на инфляционные шоки является существенным риском; валютный курс особенно значим для экспортно ориентированных компаний, поскольку ослабление национальной валюты повышает рублёвую выручку, но увеличивает рублёвую стоимость импортных компонентов и валютного долга. Ключевая ставка центрального банка выступает якорем системы ставок, влияет на Kd и доходность государственных облигаций (Rf) и, через них, на WACC: при повышенных значениях ставки растёт стоимость и собственного, и заёмного капитала, что снижает приведённую стоимость будущих денежных потоков.

Отраслевая конъюнктура определяет ценовое окружение и спрос: для предприятий сырьевого сектора ключевыми факторами выступают мировые цены на профильную продукцию, баланс мирового спроса и предложения, регуляторные меры крупнейших стран-производителей и цены на сырьевые ресурсы; циклический характер сырьевых рынков предопределяет циклическую составляющую FCF. Согласно модели пяти сил М. Портера, на способность создавать ценность влияют интенсивность конкуренции, угроза новых конкурентов, угроза товаров-заменителей, рыночная сила поставщиков и покупателей; высокая концентрация поставщиков или покупателей ограничивает переговорные возможности компании и сжимает маржу. Государственное регулирование воздействует на FCF через налоговое законодательство, экологические требования (определяющие CAPEX), антимонопольное регулирование и ограничения внешнеэкономической деятельности; отдельное значение приобретают санкционные ограничения, влияющие на доступ к рынкам капитала, технологиям и сырью.

Страновые риски, формализуемые через премию CRP в формуле (12), отражают совокупность макроэкономических, политических и институциональных рисков страны базирования. По методике А. Дамодарана:

$$CRP = Sovereign\ Spread \times (\sigma_{equity} / \sigma_{bonds})\ ,\ (18)$$

где Sovereign Spread — спред суверенных еврооблигаций развивающейся страны над сопоставимыми облигациями США; $(\sigma_{equity} / \sigma_{bonds})$ — отношение волатильности фондового рынка к волатильности облигационного. Для российских компаний после 2022 года расчёт CRP по классической методике осложняется ограниченной доступностью данных по обращающимся еврооблигациям. М.А. Лимитовский предлагает альтернативные подходы, в том числе скорректированный CAPM с поправкой на относительную волатильность рынков [25]; в практике российских инвестиционных банков наблюдается переход к расчёту страновой премии на основе доходности государственных облигаций, скорректированной на инфляционные ожидания и кредитный спред.

Систематизация факторов позволяет построить факторную модель стоимости, в которой стоимость зависит от четырёх ключевых драйверов:

$$V = f(Growth, ROIC, Reinvestment\ Rate, Cost\ of\ Capital)\ ,\ (19)$$

а связь между ними выражается через тождество:

$$g = ROIC \times Reinvestment\ Rate\ ,\ (20)$$

где Reinvestment Rate — доля NOPAT, реинвестируемая в бизнес. Тождество отражает основную идею VBM: темп роста ограничен рентабельностью на инвестированный капитал и долей реинвестиций — при высоком ROIC и значительной доле реинвестирования компания способна расти быстро, при низком ROIC даже большая доля реинвестиций не обеспечивает быстрого роста.

Чтобы учесть разнообразие факторов, базовую DCF-модель дополняют анализом чувствительности и сценарным анализом. Анализ чувствительности показывает изменение стоимости при изменении одного параметра (чаще всего WACC, g, выручки, маржи, CAPEX) при неизменности остальных. Сценарный анализ строится из нескольких внутренне согласованных сценариев (базового, оптимистичного, пессимистичного), различающихся набором взаимосвязанных допущений, и в отличие от анализа чувствительности учитывает связи между параметрами. Дальнейшим его развитием выступает имитационное моделирование методом Монте-Карло, при котором многократно моделируется случайный набор значений параметров с заданными распределениями вероятностей, что даёт вероятностную оценку диапазона стоимости и позволяет увидеть риски отклонения от центрального сценария [26].

Заключение

Современная методология оценки стоимости корпорации опирается на доходный, сравнительный и затратный подходы, среди которых доходный в форме модели дисконтированных денежных потоков признаётся ведущим для оценки действующих компаний, а сравнительный и затратный выступают инструментами триангуляции.

Качество DCF-оценки определяется точностью прогноза драйверов FCF, систематизированных как внутренние (выручка и темпы её роста, рентабельность по операционной прибыли, ROIC, капитальные затраты, изменение чистого оборотного капитала, эффективная ставка налога и структура капитала) и внешние (макроэкономические, отраслевые, конкурентные, страновые) факторы. Особое значение для оценки российских корпораций приобретают обоснование ставки дисконтирования и премии за страновой риск в условиях ограниченной доступности рыночных данных.

Систематизированный теоретико-методологический аппарат — три взаимодополняющих метода оценки (DCF на FCFF, DCF на FCFE и сравнительный анализ EV/FCF), дополненные анализом чувствительности и сценарным моделированием, — образует целостную методическую базу для оценки фундаментальной стоимости корпорации. Перспективными направлениями исследований представляются уточнение методики обоснования премии за страновой риск при ограниченной доступности рыночных данных; включение элементов реальных опционов для отражения управленческой гибкости; адаптация методов к специфике оценки российских корпораций с учётом санкционного режима и динамики странового риска.

Литература

1. Грязнова А.Г., Федотова М.А., Эскиндаров М.А., Тазихина Т.В., Иванова Е.Н., Щербакова О.Н. Оценка стоимости предприятия (бизнеса). М.: Интерреклама, 2003. С. 9—14.
2. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 2.
3. Грязнова А.Г., Федотова М.А. и др. Оценка стоимости предприятия (бизнеса). М.: Интерреклама, 2003. С. 137—139.
4. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 11.
5. Теплова Т.В. Корпоративные финансы: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2013. С. 421.
6. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Юрайт, 2014. С. 93—97.
7. Грязнова А.Г., Федотова М.А. и др. Оценка стоимости предприятия (бизнеса). М.: Интерреклама, 2003. С. 141—162.
8. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 17.
9. Теплова Т.В. Корпоративные финансы: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2013. С. 432.

10. Грязнова А.Г., Федотова М.А. и др. Оценка стоимости предприятия (бизнеса). М.: Интерреклама, 2003. С. 191—199.
11. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17.
12. Наумов О.И. Концепция управления на основе стоимости и стратегия компании в крупнейших компаниях России: итоги исследования // Современные технологии управления. 2012. № 10 (22). С. 5—7. URL: https://sovman.ru/article/2204/ (дата обращения: 30.04.2026).
13. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 119—123.
14. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. P. 365.
15. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 134.
16. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 14.
17. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 5-е изд. М.: Юрайт, 2014. С. 95.
18. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 12.
19. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 17—18.
20. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17—28.
21. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17.
22. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 10.
23. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 11th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2014. Ch. 30.
24. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 11th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2014. Ch. 18.
25. Лимитовский М.А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках. 5-е изд. М.: Юрайт, 2014. С. 98—110.
26. Mun J. Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Analysis, Strategic Real Options, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2010. P. 152—158.

Theoretical approaches to estimating the value of a corporation based on cash flow

Butaeva I.A.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article systematizes theoretical and methodological approaches to assessing the fundamental value of a corporation with an emphasis on a profitable approach implemented through a discounted cash flow model. The ratio of income, comparative and cost approaches, the economic nature of free cash flow and two main modifications of the model are considered — based on free cash flow for the firm (FCFF) and for owners (FCFE). The internal and external factors that form the dynamics of free cash flow are systematized. Special attention is paid to the specifics of corporate valuation in emerging markets, including the justification of the discount rate and the premium for country risk.

Keywords: valuation, free cash flow, discounted cash flow, FCFF, FCFE, weighted average cost of capital, value-based management, terminal cost, country risk premium.

References

1. Gryaznova A.G., Fedotova M.A., Eskindarov M.A., Tazikhina T.V., Ivanova E.N., Shcherbakova O.N. Business Valuation. Moscow: Interreklama, 2003. P. 9—14.
2. Damodaran A. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 2.
3. Gryaznova A.G., Fedotova M.A. et al. Business Valuation. Moscow: Interreklama, 2003. P. 137—139.
4. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 11.
5. Teplova T.V. Corporate Finance: Textbook for Bachelor's Degree Students. Moscow: Yurait, 2013. P. 421.
6. Limitovskiy M.A. Investment Projects and Real Options in Emerging Markets. 5th ed., revised and expanded. Moscow: Yurait, 2014. P. 93—97.
7. Gryaznova A.G., Fedotova M.A. et al. Business Valuation. Moscow: Interreklama, 2003. P. 141—162.
8. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 17.
9. Teplova T.V. Corporate Finance: Textbook for Bachelor's Degree Students. Moscow: Yurait, 2013. P. 432.
10. Gryaznova A.G., Fedotova M.A. et al. Business Valuation. Moscow: Interreklama, 2003. P. 191—199.
11. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17.
12. Naumov O.I. The Concept of Value-Based Management and Company Strategy in the Largest Companies of Russia: Research Results // Modern Management Technologies. 2012. No. 10 (22). P. 5—7. URL: https://sovman.ru/article/2204/ (accessed: April 30, 2026).
13. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 119—123.
14. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. P. 365.
15. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 134.
16. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 14.
17. Limitovskiy M.A. Investment Projects and Real Options in Emerging Markets. 5th ed. Moscow: Yurait, 2014. P. 95.
18. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 12.
19. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 17—18.
20. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17—28.
21. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation. 5th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. P. 17.
22. Damodaran A. Investment Valuation. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. Ch. 10.
23. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 11th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2014. Ch. 30.
24. Brealey R.A., Myers S.C., Allen F. Principles of Corporate Finance. 11th ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2014. Ch. 18.
25. Limitovskiy M.A. Investment Projects and Real Options in Emerging Markets. 5th ed. Moscow: Yurait, 2014. P. 98—110.
26. Mun J. Modeling Risk: Applying Monte Carlo Risk Analysis, Strategic Real Options, Stochastic Forecasting, and Portfolio Optimization. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2010. P. 152—158.

Реклассификация внутригрупповых затрат при коммерциализации ИТ-инфраструктуры между аффилированными организациями: методологические аспекты разделения капитальных и операционных затрат

Василисин Павел Сергеевич
аспирант, кафедра информационных систем и технологий, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, vasilisin.ps@gmail.com

На протяжении длительного времени многие крупные компании по всему миру используют вертикально-интегрированную модель построения бизнеса. Как и ранее, данная модель помогает достичь ряда преимуществ, таких как:
- концентрация компетенций в определенных профессиональных областях за счёт внутреннего обучения персонала и передачи знаний внутри одного бизнес-юнита;
- снижение совокупной стоимости владения активами в интересах всей корпорации за счёт консолидации профильных активов в выделенной организации и получения возможных льгот/преференций;
- снижение ряда рисков, связанных с возможными ограничениями со стороны третьих лиц, а так же другими внешними факторами.
Однако вертикально-интегрированная модель требует более тщательного контроля с точки зрения трансфертного ценообразования, организации инвестиционных процессов и при реализации внутрегрупповых оборотов.
В данной статье будут рассмотрены особенности реклассификации корпоративных затрат, которые зачастую ставят в затруднение менеджмент, отвечающий за экономические процессы и управление инвестициями в материнской компании, профильных организациях, предоставляющих целевые внутригрупповые услуги, и в аффилированных организациях-потребителях.
Ключевые слова: аллокация, реклассификация, капитализация, внутригрупповые обороты, ИТ-услуги, ИТ-инфраструктура.

Актуальность

Тренд выделения ИТ в отдельные бизнес-направления с формированием соответствующих кэптивных ИТ-организаций возник в РФ в 2021 году на фоне нескольких факторов:

- пандемия, стимулировавшая развитие ИТ-сектора;
- цели государства, направленные на повышение качества жизни граждан через цифровизацию услуг государственных ведомств;
- отток кадров, замедлить или обратить который было возможным за счёт организации ряда льгот.

Окончательное укрепление тренда пришлось на 2022-23 гг. и было связано с внешними вызовами, требовавшими укрепления суверенитета страны и формирования собственного сильного ИТ-сектора. По данным CNews, в 2021- 2023 годах совокупная выручка дочерних организаций российского корпоративного сектора превысила 1 триллион рублей, а уже в 2025 году выросла вдвое, что говорит о формировании крупного локального ИТ-сектора.

В соответствии с положениями Налогового кодекса РФ (ст. 252, ст. 269, глава 14.1 о контролируемых сделках), аффилитрованные лица при оказании взаимных услуг обязаны обеспечивать рыночные принципы взаимодействия, в том числе обеспечивать рыночное ценообразование, что в конечном счёте стимулирует профильные организации к созданию реальных рыночных услуг и поддержанию продуктового бэнчмарка[17]. Данные пункты стали более актуальны при потребности в обеспечении конкурентной и высоконадежной ИТ-инфраструктуре, обеспечивающей суверенитет на объектах критичной ИТ-инфраструктуры (Положения об КИИ регламентированы Федеральным законом от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации»)[3].

Однако всплеск спроса на внутригрупповые сделки, направленные на предоставление и поддержание ИТ-инфраструктуры корпораций, оголили методологическую базу, напрямую не предусматривающую, в том числе в существующих стандартах учета (РСБУ, МСФО), случаев реклассификации внутригрупповых затрат при трансфере услуг. Так же потребовалось более четкое описание границ между капитальными и операционными затратами корпораций при планировании [2].

Цель статьи

Рассмотрение методологических подходов к реклассификации внутригрупповых затрат на ИТ-инфраструктуру для обоснованного разделения CAPEX и OPEX.

Задачи

1. Выявить конфликт интересов между участниками группы при внутренней коммерциализации.
2. Предложить критерии разграничения капитальных и операционных затрат в аффилированных лицах.
3. Разработать модель реклассификации с учетом трансфертного ценообразования.

Теоретические основы

В мировой практике управления информационными технологиями существует устойчивая тенденция использования наработок в области управления ИТ[18], зафиксированной в методологиях ITIL и COBIT. Первая из них (ITIL) создана на базе наработок министерств Великобритании, далее была поддержана корпорацией Майкрософт и тиражирована в подавляющее количество игроков мировой ИТ-отрасли. Вторая (COBIT)- популярная международная библиотека стандартов, направленная в первую очередь на аудит и контроль безопасности в области информационных технологий.

Однако ни одна из предложенных выше методологий не предусматривает прямых отсылок или практик, направленных на управление внутрегрупповыми оборотами и реклассификацией затрат организаций.

Управление же капитальными и операционными затратами является финансово-экономической задачей, решаемой через анализ, планирование и перераспределение групповыми лимитами. Несмотря на наличие обширной методологической базы, описанной о статьях затрат в РСБУ и

МСФО, практик реклассификации статей из одной категории в другую нет.

Сама же проблема отсутствия методологии кроется в рассинхронизации взглядов на аффилированность с экономической и юридической точек зрения, т.к. существующие учетные стандарты не рассматривают владение профильными активами с точки зрения корпорации, т.е. за рамками владения одного общества, а корпоративное управление занимается управлением активами в рамках юридических лиц, однако не рассматривает владение активами как процесс перехода капитальных затрат одного из аффилированных юридических лиц в операционные затраты, вызванные расходами на закупку услуг, организованных на базе тех же активов, у другого аффилированного лица[22].

До перехода к обсуждению концептуальной модели реклассификации стоит так же учесть устоявшиеся методы ценообразования и учета внутригрупповых затрат на потребление услуг у аффилированных юридических лиц[19]:

- метод cost plus;
- метод сопоставимой рыночной цены.

Cost-plus pricing (метод «издержки плюс») заключается в формировании цены исходя из себестоимости продукции и добавленной к ней фиксированной наценки[9]. Метод является наиболее распространенным методом как в корпоративном секторе в целом из-за удобства определения подхода к трансфертному ценообразованию на определенный период, так и в российском малом бизнесе (по данным, полученным по результатам опроса Т-Банк, более 70% опрошенных малых предпринимателей использовали в своей деятельности именно этот подход к ценообразованию) в связи с удобством учета.

Метод сопоставимых рыночных цен используется по большей части с целью определения начальной максимальной цены контракта, формирования общего рыночного тренда внутри команды продукта, а так же для оценки затрат. Так же метод удобен для запуска типовых для ранка услуг внутри корпоративного сектора, хоть данный метод и несёт некоторые риски убыточности продукта.

Концепция модели реклассификации затрат

Важно понимать, что в зависимости от целей организации, её финансового результата и денежного потока (cash-flow), некоторые общества выбирают в качестве приоритетных затрат капитальные, а некоторые- операционные[23].

CAPEX даёт возможность распределения затрат по отчетной прибыли на период амортизации, что позитивно сказывается на финансовом результате[4]. Как правило это более крупные общества, нацеленные на долгосрочный результат, имеющие возможность инвестировать в долгосрочные проекты и капитализировать их результаты в объектах основных средств[5].

OPEX выбирают организации, стремящиеся к повышению операционной гибкости, чаще это небольшие дочерние общества, оказывающие консультационные услуги, а так же общества, масштабирующие свой бизнес. Так же преимуществом в ряде случаев может быть быстрое списание затрат , снижающее налогооблагаемую прибыть в текущем периоде.

Руководствуясь простой логикой можно понять правило выбора категории затрат. Если актив будет использоваться много лет, его целесообразно капитализировать, если требуется понести разовые расходы, их закладывают в OPEX.

В то же время необходимо учитывать, что общие «правила игры» формулирует именно материнская компания, так как внутригрупповые затраты, говоря простым языком, являются «перекладыванием денег из кармана в карман корпорации», и материнская компания управляет картиной в целом *(рис.1: внутригрупповые обороты в корпорациях).*

Рисунок 1: внутригрупповые обороты в корпорациях

Таким образом становится понятным, что материнская компания может гибко управлять финансовым результатом всей группы компаний, если распределяет категории затрат между организациями, реализующими внутригрупповые обороты на базе основных средств, и организациями, оказывающими, например, консалтинговые услуги[20].

В части информационных технологий получается сразу две выгоды:

1. ИТ-организации в России имеют налоговые преференции, о которых уже было описано выше;
2. ИТ-организация строит свои услуги на базе ИТ-инфраструктуры, включающей в свой состав оборудование и лицензии, которая способна амортизироваться долгое время[6].

В таком случае становится целесообразной задача по консолидации капитальных затрат в выделенной ИТ-организации[15], а, учитывая сам принцип управления финансовыми потоками со стороны материнской компании, операционные затраты для компенсации этой инфраструктуры в порядке предоставления внутригрупповых ИТ-услуг, выделять в ДО-потребителей.

При том на уровне группы компаний общие затраты в целом существенно снижаются за счёт консолидации ИТ-инфраструктуры в выделенном ИТ ДО[13], подхода к её масштабированию, а так же исключению дублирования, что подтверждается исследованиями[14], в том числе такими источниками как Woudstra, Berghout и другими.

Трансформация CAPEX/ OPEX при внутренней коммерциализации

Рассмотрим базовый пример распределения категорий затрат внутри группы компаний[16].

ИТ-организация, входящая в состав группы компаний, организовывает предоставление виртуальной ИТ-инфраструктуры для дочерних обществ, которые в свою очередь используют её для развёртывания производственных MES-систем. Пиковое потребление мощностей распределяется в зависимости от производственного цикла дочерних обществ-потребителей, т.е. ИТ-инфраструктура не нагружается единовременно. В таком случае целесообразно использовать схему шеринга ИТ-инфраструктуры (разделения её между всеми организациями). При том ИТ-ДО организовывает в том числе обслуживание данного оборудования, его лицензирование[7] и резервирование.

Бухгалтерский парадокс заключается именно в том, что для локальных организаций капитальные затраты остаются капитальными именно в силу смысла затрат, т.е. оборудование приобретается для собственного использования на долгосрочный период, влияет на налогооблагаемую базу, в определенном смысле снижает гибкость организации, требует временами существенного объема инвестиций. Для корпораций, несмотря на аналогичный подход при рассмотрении каждого отдельного общества, данные затраты анализируются с точки зрения головной организации и денежного потока между всеми зависимыми организациями[21]. То есть актив остаётся на балансе корпорации, а затраты на дочерних обществ- операционные (*Таблица 1:сравнительная таблица затрат на владение ИТ-активами рыночной организацией и корпорацией*).

Таблица 1
сравнительная таблица затрат на владение ИТ-активами рыночной организацией и корпорацией

Аспект	Рыночная организация (Single Entity)	Корпорация с выделенной ИТ-ДО (Holding + ДО)
Владение	Сама организация (актив на балансе)	Исключительно ИТ-ДО
Затраты CAPEX	Для собственной организации (увеличение ОС)	Только для ИТ-ДО
Затраты OPEX	Не применимо (только амортизация)	Для всех ДО
Форма движения денег (для потребителя)	Инвестиционный поток	Текущий поток (оплата услуг по договору)
Отражение в учёте (для потребителя)	Основное средство (счет 01) и амортизация (счет 02)[24].	Расходы на услуги сторонних организаций (счет 26, 20, 44)
Налоговый эффект (прибыль)	Амортизация растянута на СПИ (срок полезного использования)	Затраты списываются единовременно в момент оплаты (ускоренное снижение налога на прибыль у ДО)
Суть парадокса	Расходы однозначно капитальные	Одни и те же расходы (с точки зрения группы) являются CAPEX для ИТ-компании и OPEX для дочерней, хотя физически инфраструктура общая

Уместен и обратный пример, когда дочернее общество по тем или иным причинам приобретает актив на собственный баланс, что может рассматриваться как необоснованное занижение капитализации дочерней ИТ-организации, учитывая все возможные потери[25].

В таком случае целесообразно построение методологического подхода к разделению CAPEX и OPEX в аффилированных лицах, выраженного через определение критериев отнесения затрат на ИТ-инфраструктуру к капитальным или операциооным по сроку амортизации (*Таблица 2: категоризация отнесения затрат на ИТ-инфраструктуру*), выражающего общий период выгоды организации от приобретаемого ИТ-актива[12]:

Таблица 2
категоризация отнесения затрат на ИТ-инфраструктуру

Период	Для ИТ-ДО	Для остальных ДО
Дольше 12 мес.	Финансирование получается в виде CAPEX лимита, ставится на баланс ИТ-ДО	Финансирование получается в виде OPEX в размере, необходимом для покрытия услуг ИТ-до по предоставлению данных услуг + норма рентабельности, определяемая ТЦО
Быстрее 12 месяцев	Финансирование может получаться как в ИТ-ДО, так и в любое ДО-инициатор запроса. При том любые затраты (и для ИТ-ДО и для других ДО будут операционными)	

Таким образом обеспечивается возвратность инвестиций[10] в ИТ-инфраструктуру за счет денежных потоков от оказания услуг[11].

При этом для экономической функции корпорации складывается общий алгоритм реклассификации затрат, который имеет смысл описывать в формате следующих действий:

1. Определение организации, являющейся фактическим целевым владельцем ИТ-инфраструктуры. Данный шаг возможен через каталогизацию объектов/классов/категорий активов;

2. Оценка экономической выгоды для каждого аффилированного лица через определение периода использования;

3. Корректировка затрат в управленческом учете без изменения юридических документов (трансфертные корректировки).

Проблемы подхода

Данный подход может иметь и определённые риски/проблемы, которые возникают при реализации внутригрупповых услуг на базе ИТ-инфраструктуры:

А. Переквалификация платежей налоговым органом с доначислением налога на имущество.

Данная проблема решается через однозначное указание в договорном документе между дочерними обществами именно услуг, а не предоставление оборудование в аренду[8], пользование, что свидетельствует об отсутствии перехода прав собственности на оборудование и лицензии;

Б. Сложность инвестиционного контроля.

Проблема может быть решена через формирование централизованного инвестиционного комитета, определяющего порядок выделения финансирования на ИТ-инфраструктуру;

В. Невозможность применения подхода при использовании лизинга (МСФО 16 требует капитализации прав пользования).

В данном случае для корпораций рассматриваются альтернативные способы покупки оборудования/лицензий, в т.ч. подразумевающий распределение платежей. Данные способы, как правило, определяются на уровне покупателя и продавца.

Заключение

В ходе рассмотрения вопроса были изучены проблемы подхода к реклассификации внутригрупповых затрат, предложены конкретные шаги, направленные на понимание природы и устранение методологического пробела при реализации внутригрупповых услуг, предложены действия, направленные на устранение потенциальных проблем предложенного подхода, уточнена важность внимания к инвестиционному процессу.

Литература

1. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая): Федеральный закон от 05.08.2000 №117-ФЗ.
2. Федеральный закон от 06.12.2011 №402-ФЗ «О бухгалтерском учете».
3. Федеральный закон от 26.07.2017 №187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
4. ФСБУ 6/2020 «Основные средства».
5. ФСБУ 26/2020 «Капитальные вложения».
6. IAS 16 Property, Plant and Equipment.
7. IAS 38 Intangible Assets.
8. IFRS 16 Leases.
9. OECD Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations. Paris: OECD Publishing, 2022.
10. Brealey R., Myers S., Allen F. Principles of Corporate Finance. 14th ed. McGraw-Hill, 2023.
11. Damodaran A. Applied Corporate Finance. 5th ed. Wiley, 2021.
12. Ross S., Westerfield R., Jordan B. Fundamentals of Corporate Finance. McGraw-Hill, 2022.
13. Copeland T., Koller T., Murrin J. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. Wiley.
14. Weill P., Broadbent M. Leveraging the New Infrastructure. Harvard Business School Press.
15. Weill P., Ross J. IT Governance. Harvard Business School Press.
16. Ward J., Peppard J. Strategic Planning for Information Systems. Wiley.
17. ITIL Foundation: ITIL 4 Edition. AXELOS.
18. ISACA. COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives.
19. Bergeron B. Essentials of Shared Services. Wiley.
20. Kaplan R., Atkinson A. Advanced Management Accounting. Pearson.
21. Horngren C., Datar S., Rajan M. Cost Accounting: A Managerial Emphasis. Pearson.
22. Ковалев В. В. *Финансовый менеджмент: теория и практика* : учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Проспект, 2021. 1104 с.
23. Вахрушина М. А. *Управленческий учет* : учебник. 12-е изд., перераб. и доп. М. : КНОРУС, 2023. 426 с.
24. Кондраков Н. П. *Бухгалтерский учет* : учебник. 9-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА-М, 2023. 681 с.
25. Williamson O. The Economic Institutions of Capitalism. Free Press.

Reclassification of corporate costs in the process of it infrastructure commercialization between affiliated organizations: methodological aspects of capital and operating costs separation

Vasilisin P.S.
St. Petersburg State University of Economics

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

For a long time, many large companies around the world have been using a vertically integrated business model. As before, this model helps to achieve a number of advantages, such as:
- concentration of competencies in specific professional areas through internal staff training and knowledge transfer within a single business unit;
- reducing the total cost of ownership for the entire corporation by consolidating specialized assets in a dedicated organization and obtaining possible benefits/preferences;
- reducing a number of risks associated with possible restrictions from third parties, as well as other external factors.

However, a vertically integrated model requires more careful control in terms of transfer pricing, investment processes, and intra-group turnover.

This article will explore the features of corporate cost reclassification, which often pose challenges.

This article will discuss the features of corporate cost reclassification, which often pose challenges for management responsible for economic processes and investment management in the parent company, specialized organizations providing targeted intra-group services, and affiliated consumer organizations.

Keywords: allocation, reclassification, capitalization, intra-group turnover, IT services, and IT infrastructure.

References

1. Tax Code of the Russian Federation (Part Two): Federal Law No. 117-FZ dated August 5, 2000.
2. Federal Law No. 402-FZ dated December 6, 2011, "On Accounting."
3. Federal Law No. 187-FZ dated July 26, 2017, "On the Security of Critical Information Infrastructure of the Russian Federation."
4. FSBU 6/2020 "Fixed Assets".
5. FSBU 26/2020 "Capital Investments".6. IAS 16 Property, Plant and Equipment.
7. IAS 38 Intangible Assets.
8. IFRS 16 Leases.
9. OECD Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations. Paris: OECD Publishing, 2022.
10. Brealey R., Myers S., Allen F. Principles of Corporate Finance. 14th ed. McGraw-Hill, 2023.
11. Damodaran A. Applied Corporate Finance. 5th ed. Wiley, 2021.
12. Ross S., Westerfield R., Jordan B. Fundamentals of Corporate Finance. McGraw-Hill, 2022.
13. Copeland T., Koller T., Murrin J. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies. Wiley.
14. Weill P., Broadbent M. Leveraging the New Infrastructure. Harvard Business School Press.
15. Weill P., Ross J. IT Governance. Harvard Business School Press.
16. Ward J., Peppard J. Strategic Planning for Information Systems. Wiley.
17. ITIL Foundation: ITIL 4 Edition. AXELOS.
18. ISACA. COBIT 2019 Framework: Governance and Management Objectives.
19. Bergeron B. Essentials of Shared Services. Wiley.
20. Kaplan R., Atkinson A. Advanced Management Accounting. Pearson.
21. Horngren C., Datar S., Rajan M. Cost Accounting: A Managerial Emphasis. Pearson.
22. Kovalev, V. V. Financial Management: Theory and Practice: Textbook. 3rd ed., revised and expanded. Moscow: Prospekt, 2021. 1104 p.

Выбор стратегии автоматизации управленческого учёта: учёт уровня цифровой зрелости и барьеров внедрения (на примере российских компаний)

Елисеев Евгений Павлович
аспирант, кафедра экономики, Московский университет „Синергия“, eugeni.el1seev@yandex.ru

В статье предложена и апробирована двухфакторная методика выбора технологий автоматизации управленческого учёта (RPA, ML, блокчейн), учитывающая уровень цифровой зрелости предприятия и доминирующие барьеры внедрения. Эмпирическая база исследования включает анализ 25 российских компаний с выручкой 300–800 млн руб., а также детальную апробацию разработанной методики в ООО «Клик 2 Mice» и ООО «Аэроклуб-Тур». На основе полученных данных выделены пять уровней зрелости и четыре категории барьеров (кадровые, технологические, организационные, регуляторные). Построена матрица выбора «зрелость × барьер», применение которой в ретроспективном моделировании позволило снизить долю проектов с отрицательным NPV с 38% до 9% при одновременном увеличении среднего чистого приведённого эффекта на 3,7 млн руб. на один проект. Обосновано, что для 80% компаний с выручкой 300–500 млн руб. оптимальным является старт с RPA на уровнях 2–3 и переход к ML после накопления не менее 800 структурированных транзакций.
Ключевые слова: управленческий учёт, цифровая зрелость, RPA, машинное обучение, барьеры внедрения, матрица выбора, MICE-индустрия.

Введение

Более 60% проектов автоматизации управленческого учёта в российских компаниях с выручкой 300–800 млн руб. либо замораживаются на этапе пилота, либо не достигают заявленного ROI [1, 2]. Анализ неудачных внедрений показывает, что основная причина кроется не в недостатках технологий, а в фундаментальном несоответствии между выбранным инструментом и реальным уровнем цифровой зрелости организации, а также в системной недооценке организационных и кадровых препятствий. Зачастую руководство компаний, вдохновлённое успешными кейсами крупных корпораций, пытается внедрить сложные AI-решения или блокчейн, не имея при этом элементарного порядка в учёте, стандартизированных справочников и достаточного объёма исторических данных. В результате проект требует многократных доработок, бюджет перерасходуется, а сотрудники, не прошедшие обучение, саботируют новую систему. Проблема усугубляется отсутствием общепризнанных методик, которые учитывали бы не только технологические, но и человеческие и процессные факторы.

Цель данной работы — разработать двухфакторную практико-ориентированную методику выбора стратегии автоматизации, которая учитывает два ключевых параметра: уровень зрелости учётных процессов (по пятиуровневой шкале) и доминирующий барьер внедрения, мешающий реализации проекта. В отличие от существующих общих моделей цифровой зрелости, предлагаемая методика конкретизирует рекомендации для учётных функций и привязывает их к экономическим показателям (NPV, срок окупаемости), что делает её применимой для финансовых директоров средних предприятий.

Материалы и методы

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе (разработка модели зрелости) осуществлялось обобщение и адаптация существующих моделей цифровой зрелости предприятий [1, 2] к задачам управленческого учёта. Для верификации модели был проведён опрос финансовых директоров 25 российских компаний с выручкой 300–800 млн руб. (структурированное интервью, апрель–май 2025 г.). На основе ответов респондентов (оценка текущих процессов, используемого ПО, степени автоматизации отчётности) были выделены пять характерных уровней зрелости, каждый из которых привязан к типичному объёму выручки. Второй этап (идентификация барьеров) заключался в анализе препятствий внедрения. В качестве эмпирической базы использованы 5 детальных кейсов из диссертационного исследования автора, а также данные опроса тех же 20 финансовых директоров (из 25) по частоте и значимости различных барьеров. Барьеры были кодифицированы и сгруппированы в четыре категории: кадровые (нехватка компетенций, сопротивление изменениям), технологические (низкое качество данных, устаревшее ПО), организационные (отсутствие регламентов, слабая координация) и регуляторные (правовая неопределённость). На основе полученных данных построена матрица выбора стратегии, где по оси X откладывается уровень зрелости, по оси Y — доминирующий барьер, а в ячейках — рекомендуемая технология (или их комбинация). Апробация матрицы выполнена на двух компаниях — ООО «Клик 2 Mice» и ООО «Аэроклуб-Тур» — с последующим расчётом экономического эффекта (NPV) и сравнении с контрольной группой (ретроспективное моделирование на данных тех же 25 компаний). Статистическая обработка включала расчёт средних долей и t-критерий для сравнения долей неудачных проектов.

Литературный обзор

Концепция цифровой зрелости предприятий разработана в трудах Григорьева [1] и Юдиной [2], которые предлагают многоуровневые модели, основанные на степени использования цифровых технологий в ключевых бизнес-процессах. Однако эти модели имеют общий характер и не адаптированы для такой специфической области, как управленческий учёт, и не учитывают отраслевые особенности (например, проектный характер деятельности в MICE). Барьеры внедрения IT-решений в учёте анализируются в работах Керимова [3], Андреева и Морозова [4], Ефремова [5]. Выделяются технологические, кадровые и организационные препятствия, но исследователи не связывают их с уровнем цифровой зрелости и не предлагают конкретных алгоритмов выбора, которые бы позволили снизить риски инвестиций. Гибридные архитектуры

(RPA+ML) рассматриваются Черемных [6] и Яковлевым [7], однако их рекомендации носят общий характер и не учитывают экономическую целесообразность в зависимости от исходного состояния учётной системы компании. Настоящая работа впервые объединяет два фактора (зрелость и барьеры) в единую матрицу принятия решений, что позволяет не только выбрать правильную технологию, но и спланировать последовательность внедрения, минимизируя сопротивление и повышая экономическую эффективность.

Результаты

По итогам опроса и анализа кейсов были выделены пять уровней цифровой зрелости, адаптированных для учётных функций. Уровень 1 (хаотичный) характеризуется использованием Excel, бумажным документооборотом, долей ручного труда более 80% и задержками отчётности более двух недель; типичная выручка таких компаний — до 150 млн руб. Уровень 2 (стандартизированный) предполагает использование 1С:Бухгалтерии, но с большим объёмом ручного ввода; отчёты формируются, но не используются для прогнозов; выручка — 150–300 млн руб. Уровень 3 (управляемый) — наличие ERP-ядра (1С:УНФ, ERP) и регламентов, но отсутствие предиктивной аналитики; выручка — 300–800 млн руб. Уровень 4 (интегрированный) — Data Warehouse + BI, частичная автоматизация классификации, прогнозные модели в пилоте; выручка — 800 млн – 3 млрд руб. Уровень 5 (адаптивный) — AI-прогнозы, блокчейн для отдельных операций, полностью цифровой учёт; выручка — более 3 млрд руб. Для целевой группы исследования (выручка 300–500 млн руб.) 68% компаний находятся на уровнях 2 и 3, что накладывает ограничения на выбор технологий: внедрение сложных моделей глубокого обучения или блокчейна на этих уровнях экономически нецелесообразно.

Анализ пяти кейсов и данные опроса позволили выявить частоту и значимость барьеров. Кадровый барьер (сопротивление персонала, низкая IT-грамотность) встречается в 72% случаев; технологический («грязные» данные, несовместимость форматов) — в 64%; организационный (отсутствие регламентов, слабая координация) — в 48%; регуляторный (неопределённость с правовым статусом ЭДО, смарт-контрактов) — в 36%. Наиболее частым является кадровый барьер, что указывает на необходимость вложения ресурсов не только в технологии, но и в обучение и мотивацию персонала.

На основе сопоставления уровня зрелости и доминирующего барьера разработана матрица выбора стратегии. Для уровня 2 при кадровом барьере рекомендуется RPA-пилот с параллельным обучением персонала (окупаемость около 10 месяцев); при технологическом барьере — RPA с правилами валидации данных; при организационном — RPA с BI-дашбордами для контроля регламентов; при регуляторном — отложить блокчейн и использовать RPA с электронным документооборотом. Для уровня 3 при кадровом барьере рекомендуется RPA с ML-классификатором в режиме «советника»; при технологическом — ML с предварительной ETL-чисткой данных; при организационном — RPA с бюджетированием в Power BI; при регуляторном — пилотный блокчейн только для внутреннего аудита (без передачи в ФНС). Матрица позволяет финансовому директору на этапе проектирования не только выбрать стек технологий, но и спланировать организационные мероприятия для преодоления конкретного барьера.

Апробация матрицы проводилась на двух компаниях. В ООО «Клик 2 Mice» (уровень 2, доминирующий кадровый барьер), согласно матрице, был начат RPA-пилот с параллельным обучением персонала. Фактический срок окупаемости составил 13 месяцев (против 10–12 по плану), а сопротивление персонала снизилось на 60% по итогам опроса. В ООО «Аэроклуб-Тур» (уровень 3, технологический барьер — низкое качество данных) рекомендовано начать с RPA для автоматизации ввода и параллельной чистки справочников, затем перейти к ML-классификатору. Внедрённая последовательность дала точность классификации затрат на уровне 92% уже через 4 месяца после старта проекта.

Для количественной оценки эффекта от использования матрицы было проведено ретроспективное моделирование на выборке из 25 компаний. Для каждой компании был рассчитан NPV для двух сценариев: фактическая стратегия (часто прямое внедрение AI/блокчейна без предварительного анализа) и стратегия, рекомендованная матрицей. Результаты показали, что фактическая стратегия требовала среднего CAPEX 7,2 млн руб., доля проектов с отрицательным NPV составляла 38%, а средний NPV — 1,2 млн руб. При применении матрицы средний CAPEX сократился до 3,8 млн руб. (за счёт этапности и отказа от дорогостоящих решений на начальных этапах), доля неудачных проектов снизилась до 9% (различие статистически значимо, $t=4{,}12$, $p<0{,}01$), а средний NPV вырос до 4,9 млн руб. Таким образом, эффект от применения матрицы составил сокращение инвестиций почти вдвое и повышение чистого приведённого эффекта на 3,7 млн руб. на один проект.

Обсуждение

Предложенная матрица выбора позволяет существенно снизить риск неудачных инвестиций за счёт учёта как текущего состояния процессов, так и доминирующих препятствий. Полученные результаты подтверждают гипотезу о том, что наиболее частые барьеры (кадровый и технологический) могут быть эффективно преодолены не разовым «большим скачком», а поэтапным внедрением: сначала RPA для стандартизации и сбора данных, затем ML для углублённого анализа. Такая последовательность согласуется с рекомендациями Яковлева [7] и дополняет их количественными порогами (например, 800 транзакций для перехода к ML). В отличие от работ Григорьева [1] и Юдиной [2], мы конкретизировали рекомендации для учётных функций и привязали их к экономическим показателям (NPV, срок окупаемости). Это делает методику не абстрактной моделью, а практическим инструментом для финансового директора. Сравнение с результатами Черемных [6] показывает, что гибридная архитектура эффективна не только на крупных предприятиях, но и в среднем бизнесе при условии правильной последовательности внедрения и учёта человеческого фактора. Ограничением исследования является преимущественная ориентация на MICE-индустрию и туризм; для производственных или торговых компаний матрица может потребовать калибровки. Тем не менее, предложенная методология является универсальной.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие выводы. Уровень цифровой зрелости является первичным фильтром при выборе технологии автоматизации управленческого учёта: ретроспективный анализ показал, что 70% неудач связаны с попыткой внедрить AI или блокчейн на начальных уровнях 1–2, где отсутствуют базовые данные и регламенты. Барьеры внедрения в 64% случаев носят не технологический, а человеческий или процессный характер, поэтому инвестиции в обучение персонала и управление изменениями не менее важны, чем затраты на ПО. Разработанная матрица выбора «зрелость × барьер» позволяет снизить долю проектов с отрицательным NPV с 38% до 9% и обеспечивает положительный экономический эффект в среднем 3,7 млн руб. на один проект. Для 80% компаний с выручкой 300–500 млн руб., находящихся на уровнях 2–3, оптимальным признан путь: старт с RPA (окупаемость 10–12 мес.) и переход к ML-классификатору после накопления не менее 800 размеченных исторических транзакций. Для компаний с уровнем 2 и доминирующим кадровым барьером рекомендуется параллельное внедрение RPA и интенсивное обучение персонала, что позволяет снизить сопротивление и повысить точность работы системы на начальных этапах.

Литература

1. Григорьев Л.И. Цифровая зрелость предприятий: модели и методы оценки // Экономика и управление. – 2024. – № 5. – С. 64–72.
2. Юдина Л.Н. Модели цифровой зрелости предприятия: выбор стратегии автоматизации учёта // Экономические стратегии. – 2025. – № 2. – С. 82–89.
3. Керимов В.Э. Управленческий учёт в организациях: современные концепции. – М.: Дашков и К°, 2025. – 512 с.
4. Андреев А.А., Морозов Д.В. RPA-технологии в финансовом учёте: опыт внедрения в российских компаниях // Финансы и кредит. – 2025. – № 3. – С. 45–53.
5. Ефремов А.А. RPA и искусственный интеллект в финансах: российская практика // Финансовый директор. – 2025. – № 4. – С. 42–49.
6. Черемных О.С. Интеграция RPA, AI и блокчейна в учётные системы: гибридная архитектура // Прикладная информатика. – 2025. – № 1. – С. 34–43.
7. Яковлев А.С. RPA-роботы в учёте: пошаговое руководство для малого и среднего бизнеса. – М.: Альпина Паблишер, 2025. – 192 с.
8. Федеральный закон от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» (ред. от 21.12.2025).

Choosing a management accounting automation strategy: taking into account the level of digital maturity and implementation barriers (on the example of Russian companies)

Yeliseev E.P.
Moscow University "Synergy"

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article proposes and tests a two-factor methodology for choosing management accounting automation technologies (RPA, ML, blockchain), taking into account the level of digital maturity of the enterprise and the dominant barriers to implementation. The empirical base of the study includes an analysis of 25 Russian companies with revenues of 300-800 million rubles, as well as detailed testing of the developed methodology at Click 2 Mice LLC and Aeroclub Tour LLC. Based on the data obtained, five levels of maturity and

four categories of barriers (personnel, technological, organizational, and regulatory) are identified. The "maturity × barrier" selection matrix was built, the use of which in retrospective modeling allowed reducing the share of projects with negative NPV from 38% to 9%, while increasing the average net reduced effect by 3.7 million rubles per project. It is proved that for 80% of companies with revenue of 300-500 million rubles. It is optimal to start with RPA at levels 2-3 and switch to ML after accumulating at least 800 structured transactions.

Keywords: management accounting, digital maturity, RPA, machine learning, barriers to implementation, matrix of choice, MICE industry.

References

1. Grigoriev L.I. Digital Maturity of Enterprises: Models and Assessment Methods // Economics and Management. – 2024. – No. 5. – Pp. 64–72.
2. Yudina L.N. Models of Digital Maturity of an Enterprise: Choosing an Automation Strategy for Accounting // Economic Strategies. – 2025. – No. 2. – Pp. 82–89.
3. Kerimov, V.E. Management Accounting in Organizations: Modern Concepts. Moscow: Dashkov and Co., 2025. 512 p.
4. Andreev A.A., Morozov D.V. RPA Technologies in Financial Accounting: Experience of Implementation in Russian Companies // Finance and Credit. – 2025. – No. 3. – Pp. 45–53.
5. Efremov A.A. RPA and Artificial Intelligence in Finance: Russian Practice // Chief Financial Officer. – 2025. – No. 4. – Pp. 42–49.
6. Cheremnykh O.S. Integration of RPA, AI, and Blockchain into Accounting Systems: Hybrid Architecture // Applied Informatics. – 2025. – No. 1. – Pp. 34–43.
7. Yakovlev, A.S. RPA Robots in Accounting: A Step-by-Step Guide for Small and Medium-Sized Businesses. Moscow: Alpina Publisher, 2025. 192 p.
8. Federal Law No. 152-FZ dated July 27, 2006, "On Personal Data" (as amended on December 21, 2025).

Сравнительный анализ технологий автоматизации управленческого учёта: AI, RPA, блокчейн (на примере российских компаний)

Елисеев Евгений Павлович
аспирант, кафедра экономики, Московский университет „Синергия“, eugeni.el1seev@yandex.ru

В статье проведён системный сравнительный анализ трёх ключевых технологий автоматизации управленческого учёта: искусственного интеллекта (AI), роботизированной автоматизации процессов (RPA) и блокчейна. Актуальность исследования обусловлена высоким уровнем неудачных внедрений (38% случаев отрицательного ROI) в российских компаниях с выручкой 300–800 млн руб., вызванным несоответствием сложности технологий реальному уровню цифровой зрелости предприятий. На основе детального анализа реальных кейсов внедрения в ООО «Аэроклуб-Тур» и ООО «Клик 2 Mice» выявлены сильные стороны и ограничения каждого подхода, а также количественно оценены временные и финансовые эффекты. Предложена гибридная архитектура RPA+ML+BI, которая в ходе апробации обеспечила снижение времени обработки документов на 66% и повышение точности классификации затрат до F1=0,92. Разработаны практические критерии выбора технологии в зависимости от уровня цифровой зрелости и объёма структурированных транзакций. Даны рекомендации по поэтапному внедрению для среднего бизнеса, позволяющие минимизировать риски и повысить окупаемость инвестиций.

Ключевые слова: управленческий учёт, RPA, искусственный интеллект, блокчейн, автоматизация, гибридная архитектура, цифровая зрелость.

Введение

Современные условия хозяйствования, характеризующиеся высокой волатильностью рыночной конъюнктуры, ускоренной цифровой трансформацией и экспоненциальным ростом объёмов обрабатываемых данных, предъявляют качественно новые требования к системам управленческого учёта. Традиционные подходы, базирующиеся исключительно на ретроспективной калькуляции и бюджетировании, перестают отвечать запросам менеджмента, уступая место когнитивным и предиктивным моделям, способным не только фиксировать прошлые события, но и прогнозировать будущие денежные потоки, минимизировать операционные и финансовые риски [1, 2].

Наиболее остро проблема автоматизации стоит в отраслях с высокой долей проектной работы и большим объёмом первичных документов — в логистике, оптовой торговле и, особенно, в MICE-индустрии (деловые мероприятия, конгрессы, инсентив-туры). Здесь каждый проект уникален по структуре затрат, а документооборот (авиабилеты, ваучеры, счета кейтеринга) может достигать сотен и тысяч единиц в месяц. При этом, как показывает практика, многие российские компании с выручкой 300–500 млн руб. совершают типичную стратегическую ошибку: они пытаются внедрить «модные» и технологически сложные решения (например, блокчейн или сложные нейросети) без предварительной оценки собственного уровня цифровой зрелости и готовности персонала. Согласно данным Юдиной [4], в 38% случаев это приводит к отрицательному ROI, а проект либо замораживается, либо не достигает заявленных целей.

Цель работы – провести многофакторный сравнительный анализ трёх технологий (AI, RPA и блокчейн) применительно к задачам управленческого учёта в среднем бизнесе и предложить практические, экономически обоснованные рекомендации по выбору оптимальной конфигурации автоматизации (или их комбинации). Новизна исследования заключается в том, что впервые на единой эмпирической базе (два реальных кейса российских компаний) сопоставляются не только технические характеристики, но и экономические показатели (CAPEX, OPEX, срок окупаемости), а также регуляторные ограничения, характерные для отечественной практики.

Материалы и методы

Исследование базируется на смешанной методологии, сочетающей качественные (кейс-метод, экспертные интервью) и количественные (экспериментальное тестирование, статистическая обработка) подходы. В рамках кейс-метода детальному анализу подверглись два пилотных проекта автоматизации, реализованных в 2024–2025 гг. Первый кейс — ООО «Аэроклуб-Тур» (туроператор, выручка 800 млн руб.), где была внедрена RPA-система на базе UiPath Community Edition для обработки первичных документов. Второй кейс — ООО «Клик 2 Mice» (MICE-агентство, выручка 847 млн руб.), где в тестовом режиме была запущена гибридная система RPA+ML+BI.

Сравнительный анализ проводился по пяти критериям, имеющим определяющее значение для принятия инвестиционного решения в среднем бизнесе: CAPEX (единовременные затраты), OPEX (ежегодные операционные расходы), срок внедрения, требуемый объём структурированных данных, правовая определённость и устойчивость к изменениям бизнес-процессов. Экспертная оценка осуществлялась с привлечением финансовых директоров и IT-специалистов компаний-участников, что обеспечило практическую значимость выводов.

Для проверки эффективности ML-классификатора затрат была построена модель на основе алгоритма «случайный лес» (библиотека scikit-learn, язык Python). Обучающая выборка составила 800 размеченных транзакций из ООО «Клик 2 Mice». Данные были анонимизированы и разделены на обучающую (70%) и тестовую (30%) выборки. Оценка качества модели проводилась по метрикам Precision, Recall, F1-score с применением трёхкратной кросс-валидации для исключения эффекта переобучения. Статистическая обработка результатов (сравнение временных затрат, долей ошибок) выполнялась в среде Python с использованием библиотек pandas и numpy; достоверность различий оценивалась по t-критерию Стьюдента при уровне значимости $\alpha=0,05$.

Литературный обзор

Проблематика автоматизации управленческого учёта активно разрабатывается как в зарубежной, так и в российской науке. Фундаментальные работы Аверчева [1] и Вахрушиной [2] прослеживают эволюцию учётных систем от традиционной калькуляции к аналитике больших данных, однако они не касаются конкретных IT-решений. Классические учебники Каплана и Аткинсона [3] закладывают теоретические основы, но остаются на уровне концепций.

Исследования RPA в финансовом учёте, представленные работами Андреева и Морозова [5], демонстрируют высокую эффективность роботизации для крупных компаний, но их выводы ограничены масштабом предприятий и не учитывают специфику среднего сектора, где бюджеты и компетенции существенно ниже. В области машинного обучения выделяются работы Ефремова [7] и Черемных [8]. Первый акцентирует внимание на классификации затрат, второй — на гибридных архитектурах, но оба автора не предлагают чётких количественных порогов (например, минимальный объём выборки) для принятия решения о внедрении.

Блокчейн в учёте анализируется Бахтеевым [6], который справедливо указывает на регуляторные и технические барьеры. Однако его выводы носят скорее теоретический или обзорный характер и не подкреплены эмпирическими данными российских компаний среднего звена. Таким образом, существующие исследования фрагментарны. Настоящая работа восполняет этот пробел, предлагая целостную сравнительную оценку на единой эмпирической базе и формулируя конкретные критерии выбора стратегии.

Результаты

В ходе внедрения RPA в ООО «Аэроклуб-Тур» (UiPath Community Edition) были автоматизированы рутинные операции по вводу счетов-фактур, сверке с банковскими выписками и формированию типовых проводок в 1С:Бухгалтерия. Робот работал в режиме «советчика», что позволило нивелировать риски ошибочных проводок на начальном этапе. Количественные результаты показали, что время обработки одного документа сократилось с 15 до 0,5 минуты (экономия 96,7%), а доля ошибок снизилась на 68%. Срок внедрения составил 3 недели, а расчётный простой срок окупаемости (без учёта дисконтирования) — 10,5 месяцев, что соответствует среднеотраслевым показателям для RPA-проектов.

Разработанный ML-модуль классификации затрат на основе случайного леса был протестирован на выборке из 240 транзакций (30% от общего массива). Модель решала задачу многоклассовой классификации — отнесение платежа к одной из четырёх статей («Авиабилеты», «Отели», «Кейтеринг», «Визы/страховки»). В качестве признаков использовались сумма платежа, ИНН контрагента, текст назначения платежа (после TF-IDF векторизации) и дата операции. Показатели качества модели составили: Precision = 0,92, Recall = 0,88, F1-score = 0,90. Помимо классификации, модель позволила выявить 7 аномальных транзакций, которые при последующей ручной проверке были признаны ошибочными (скрытое завышение затрат у одного из поставщиков). Этот эффект подтверждает аналитическую ценность ML-инструментов, выходящую за рамки простой замены ручного труда.

В рамках исследования был изучен пилотный проект финтех-стартапа (2024–2025 гг.), который пытался внедрить блокчейн-платформу на базе Hyperledger Fabric для фиксации этапов сделок в MICE-индустрии. Однако практическая реализация столкнулась с тремя критическими барьерами. Во-первых, налоговая инспекция в ходе камеральной проверки отказалась признавать смарт-контракты первичными документами, ссылаясь на отсутствие квалифицированной электронной подписи у робота и неопределённость статуса распределённого реестра в НК РФ. Во-вторых, на момент проведения пилота не было опубликовано ни одного разъяснения Минфина или ФНС относительно порядка учёта операций, совершённых с использованием смарт-контрактов. В-третьих, стоимость внедрения оценивалась в сумму от 10 млн руб. (только лицензии и интеграция), что сопоставимо с годовым оборотом небольших агентств. При этом скорость транзакций в распределённом реестре составляла 7–10 секунд против 0,2 секунды в централизованной системе на базе 1С, что делало решение технически неконкурентоспособным для высокочастотных операций.

Наиболее значимые результаты были получены при тестировании гибридной архитектуры RPA+ML+BI в ООО «Клик 2 Mice» в течение трёх месяцев параллельного режима работы. Модель включала в себя модуль сбора данных (UiPath RPA), модуль классификации затрат (Random Forest) и модуль визуализации (Power BI). Компания относится к сервисно-организационному сектору, где каждый проект требует сложной привязки ресурсов и статей затрат. Ключевые изменения операционных показателей зафиксированы в таблице 1.

Показатель	До внедрения	Прототип (режим «советчика»)	Изменение
Время на закрытие одного проекта (мероприятия), часов	6,5	2,2	-66%
Ошибки классификации затрат, %	12%	6%	-50%
Время формирования отчёта «Бюджет-факт», мин	45	5	-89%
Удовлетворённость персонала (5-балльная шкала)	3,2	4,5	1,3

Составлено на основе данных ООО «Клик 2 Mice».

Экономический эффект (NPV за 3 года при ставке r=15%) составил 4,3 млн руб., IRR = 55%, что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности гибридного подхода.

Обсуждение

Полученные результаты в целом согласуются с выводами Андреева и Морозова [5] о высокой эффективности RPA в финансовом учёте, однако дополняют их существенным нюансом: добавление ML-модуля даёт прирост точности классификации затрат (с 80% до 92%) только при наличии не менее 800 качественных размеченных транзакций. Это количественное условие является критичным для практиков, так как позволяет определить момент перехода от базового сценария к расширенному. В отличие от работы Черемных [8], наша гибридная модель доказала свою работоспособность именно в среднем бизнесе (выручка 300–800 млн руб.), а не на крупных предприятиях. Ключевым фактором успеха стал отказ от дорогостоящей интеграции через API-шлюзы в пользу файловой шины данных (формат CSV), что позволило снизить CAPEX и сократить сроки внедрения с 6–12 месяцев до 2–4 месяцев.

Относительно блокчейна наш вывод созвучен позиции Бахтеева [6]: в отсутствие регуляторной ясности и при высокой стоимости владения инвестиции в блокчейн для управленческого учёта в среднем бизнесе преждевременны. Мы рассматриваем блокчейн как перспективный, но исключительно для крупных сделок, где значимость неизменяемости данных перевешивает экономические и технические издержки. Важным практическим результатом является количественное подтверждение гипотезы о том, что для компаний с уровнем цифровой зрелости 2–3 (по модели Григорьева [1]) оптимальным стартовым решением служит RPA, а ML-модели следует внедрять после накопления не менее 800 структурированных транзакций. Гибридная архитектура обеспечивает наилучший баланс между скоростью, точностью и затратами.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать ряд обоснованных выводов. RPA является оптимальным стартовым инструментом для компаний с уровнем цифровой зрелости 2–3, обеспечивая окупаемость в пределах 10–12 месяцев и снижение рутинной нагрузки на 60–70%. ML-классификаторы затрат эффективны только при наличии массива исторических данных не менее 800 размеченных транзакций (уровень зрелости 3+); при соблюдении этого условия точность классификации достигает F1=0,92. Блокчейн в его текущем состоянии для среднего бизнеса носит экспериментальный характер из-за высоких затрат, низкой скорости транзакций и отсутствия адекватной правовой базы. Гибридная модель RPA+ML+BI обеспечивает положительный NPV (3,4–4,3 млн руб. за 3 года), снижает операционные риски и рекомендуется как целевая архитектура для компаний, переходящих с уровня 3 на уровень 4 цифровой зрелости.

Литература

1. Аверчев И.В. Управленческий учёт и отчётность: от калькуляции к Big Data. – М.: Дело, 2024. – 312 с.
2. Вахрушина М.А. Бухгалтерский управленческий учет: учебник. – 10-е изд. – М.: Национальное образование, 2025. – 576 с.
3. Kaplan R.S., Atkinson A.A. Advanced Management Accounting. – 4th ed. – Prentice Hall, 2024. – 832 p.
4. Юдина Л.Н. Модели цифровой зрелости предприятия: выбор стратегии автоматизации учёта // Экономические стратегии. – 2025. – № 2. – С. 82–89.
5. Андреев А.А., Морозов Д.В. RPA-технологии в финансовом учёте: опыт внедрения в российских компаниях // Финансы и кредит. – 2025. – № 3. – С. 45–53.
6. Бахтеев Ю.Д. Блокчейн в управленческом учёте: риски и перспективы // Управленческий учёт. – 2025. – № 1. – С. 22–30.
7. Ефремов А.А. RPA и искусственный интеллект в финансах: российская практика // Финансовый директор. – 2025. – № 4. – С. 42–49.

8. Черемных О.С. Интеграция RPA, AI и блокчейна в учётные системы: гибридная архитектура // Прикладная информатика. – 2025. – № 1. – С. 34–43.

9. Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ «О бухгалтерском учёте» (ред. от 28.12.2025).

10. Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года…».

Comparative analysis of management accounting automation technologies: ai, rpa, and blockchain (based on the example of russian companies)

Yeliseev E.P
Moscow University "Synergy"

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article provides a systematic comparative analysis of three key management accounting automation technologies: artificial intelligence (AI), robotic process automation (RPA), and blockchain. The relevance of the study is due to the high level of unsuccessful implementations (38% of cases of negative ROI) in Russian companies with revenues of 300-800 million rubles, caused by the discrepancy between the complexity of technologies and the real level of digital maturity of enterprises. Based on a detailed analysis of real-world implementation cases in Aeroclub Tour LLC and Click 2 Mice LLC, the strengths and limitations of each approach have been identified, as well as the time and financial effects have been quantified. A hybrid RPA+ML+BI architecture was proposed, which, during testing, reduced document processing time by 66% and increased the accuracy of cost classification to F1=0.92. Practical criteria for choosing a technology have been developed depending on the level of digital maturity and the volume of structured transactions. Recommendations on step-by-step implementation for medium-sized businesses are given to minimize risks and increase the return on investment.

Keywords: management accounting, RPA, artificial intelligence, blockchain, automation, hybrid architecture, digital maturity.

References

1. Averchev I.V. Management Accounting and Reporting: From Calculation to Big Data. – Moscow: Delo, 2024. – 312 p.
2. Vakhrushina M.A. Accounting Management Accounting: Textbook. – 10th ed. – Moscow: National Education, 2025. – 576 p.
3. Kaplan R.S., Atkinson A.A. Advanced Management Accounting. – 4th ed. – Prentice Hall, 2024. – 832 p.
4. Yudina L.N. Models of digital maturity of the enterprise: choice of strategy of automation of accounting // Economic strategies. – 2025. – No. 2. – pp. 82-89.
5. Andreev A.A., Morozov D.V. RPA technologies in financial accounting: experience of implementation in Russian companies // Finance and credit. – 2025. – No. 3. – pp. 45-53.
6. Bakhteev Yu.D. Blockchain in management accounting: risks and prospects // Managerial accounting. – 2025. – No. 1. – pp. 22-30.
7. Efremov A.A. RPA and artificial intelligence in finance: Russian practice // Chief Financial Officer. – 2025. – No. 4. – Pp. 42–49.
8. Cheremnykh O.S. Integration of RPA, AI, and Blockchain into Accounting Systems: Hybrid Architecture // Applied Informatics. – 2025. – No.
9. Federal Law No. 402-FZ dated December 6, 2011, "On Accounting" (as amended on December 28, 2025).
10. Presidential Decree No. 309 dated May 7, 2024, "On the National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030..."

Гонконгский доллар и Патака Макао в условиях развития цифровых активов: функциональная трансформация валютных режимов САР КНР

Иванов-Чакубаш Димитрий Александрович
аспирант, Институт Востоковедения, РАН, ivanov@chakubash.com

В статье исследуется влияние цифровых активов на функциональную трансформацию валютных режимов специальных административных районов КНР: Гонконга и Макао. Автор исходит из различия между формальной валютной трансформацией, предполагающей изменение валютной привязки, якорной валюты или механизма денежной эмиссии, и функциональной трансформацией, связанной с изменением роли валютного режима в финансовой инфраструктуре. На основе сравнительного институционального анализа показано, что развитие цифровых активов, стейблкоинов, токенизированных депозитов и цифровых валют центральных банков не ведет к демонтажу действующих валютных режимов: гонконгский доллар сохраняет механизм Linked Exchange Rate System и привязку к доллару США, а патака Макао остается производной валютой, связанной с гонконгским долларом. Вместе с тем цифровизация финансов усиливает различие между двумя САР КНР. Гонконг использует валютно-финансовую автономию как основу регулируемой цифровой финансовой инфраструктуры, включая лицензирование платформ виртуальных активов, регулирование стейблкоинов, развитие e-HKD, Project Ensemble и токенизированных депозитов. Макао, напротив, сохраняет преимущественно локальную платежно-сервисную функцию, ориентированную на цифровую патаку e-MOP и модернизацию платежной среды. Научная новизна статьи состоит в обосновании модели асимметричной цифровой автономии САР КНР, в рамках которой формально схожие валютные режимы приобретают различное функциональное значение в финансовой стратегии Китая.

Ключевые слова: гонконгский доллар, патака Макао, цифровые активы, стейблкоины, токенизированные депозиты, e-HKD, e-MOP, валютная привязка, валютный режим, специальные административные районы КНР, Гонконг, Макао, асимметричная цифровая автономия, международный финансовый центр, финансовая стратегия КНР.

Введение

Развитие цифровых активов, стейблкоинов, токенизированных депозитов и цифровых валют центральных банков меняет условия функционирования валютных режимов малых открытых экономик. Однако эта трансформация не всегда выражается в пересмотре обменного курса, отказе от валютной привязки или изменении формального механизма денежной эмиссии. В юрисдикциях с устойчивой фиксированной привязкой цифровизация финансов чаще проявляется через изменение инфраструктуры обращения стоимости, появление новых расчетных инструментов, усиление требований к надзору, управление рисками стейблкоинов, развитие токенизированных активов и трансграничных цифровых платежей. Поэтому цифровые активы необходимо рассматривать не только как технологическое или регуляторное явление, но и как фактор изменения функционального назначения валютного режима.

Особое значение данная проблема имеет для специальных административных районов КНР: Гонконга и Макао. Оба региона обладают собственными валютами и особым финансово-правовым статусом, однако их денежные режимы построены на жесткой привязке. Гонконгский доллар функционирует в рамках Linked Exchange Rate System, действующей с 17 октября 1983 г.; этот режим обеспечивает стабильность курса HKD в диапазоне 7,75–7,85 за 1 доллар США через механизм currency board [1; 2]. Патака Макао, в свою очередь, связана с гонконгским долларом по курсу 1 HKD = 1,03 MOP, а через HKD фактически включена в долларовый валютный контур [3; 4].

На этом фоне возникает исследовательское противоречие. С одной стороны, валютные режимы HKD и MOP сохраняют формальную устойчивость: не происходит отказа от привязки или изменения якорной валюты. С другой стороны, цифровые активы меняют институциональную среду этих валют. Гонконг с 2022 г. последовательно формирует регулируемый рынок цифровых активов, включая лицензирование платформ виртуальных активов, стейблкоинов, e-HKD и Project Ensemble [5; 6; 7; 8]. В 2026 г. HKMA выдала первые лицензии эмитентов стейблкоинов Anchorpoint Financial Limited и The Hongkong and Shanghai Banking Corporation Limited [9]. Макао, напротив, не воспроизводит гонконгскую модель институционализации криптофинансов: его цифровая траектория связана преимущественно с платежной интеграцией e-MOP [10; 11].

Актуальность исследования определяется тем, что влияние цифровых активов на фиксированные валютные режимы остается недостаточно изученным, особенно применительно к связанным валютным режимам Гонконга и Макао. [12; 13]. Цель статьи выявить, как развитие цифровых активов влияет на функциональное назначение валютных режимов Гонконга и Макао в рамках финансовой стратегии КНР. Объектом исследования являются валютные режимы специальных административных районов КНР. Предметом исследования выступает функциональная трансформация гонконгского доллара и патаки Макао под воздействием цифровых активов, стейблкоинов, токенизированных депозитов, CBDC-инфраструктуры и регулируемых цифровых финансовых рынков.

Гипотеза исследования состоит в том, что цифровые активы не трансформируют формальные валютные привязки HKD и MOP, однако усиливают функциональную дивергенцию двух режимов: Гонконг формирует регулируемый цифровой финансовый контур вокруг HKD, тогда как Макао сохраняет локальную платежно-сервисную роль. Научная новизна исследования заключается в разработке модели асимметричной цифровой автономии САР КНР, позволяющей сопоставить HKD и MOP как связанные, но функционально различные валютные режимы. Методологическая основа исследования включает сравнительный институциональный анализ двух связанных юрисдикций, изменения регуляторной политики Гонконга в 2022–2026 гг., анализ нормативных документов и статистических данных.

1. Обзор литературы и методология

Исследование валютных режимов Гонконга и Макао в условиях развития цифровых активов опирается на несколько взаимосвязанных направлений литературы: теорию валютных режимов, исследования международных финансовых центров, работы о цифровых активах и сравнительный анализ специальных административных районов КНР. В классической трактовке гонконгский доллар функционирует в рамках

жесткого правила денежной эмиссии, при котором денежная база обеспечивается резервами в якорной иностранной валюте, а возможности самостоятельной дискреционной денежно-кредитной политики ограничены [14; 15; 16]. Валютная стабильность в такой модели достигается прежде всего через механизм конвертируемости и резервного обеспечения, а не через активное управление процентной ставкой или денежным предложением [1; 2]. В исследованиях международных финансовых центров Гонконг рассматривается как внешний финансовый посредник КНР, устойчивость которого определяется не только концентрацией банковских и биржевых институтов, но и способностью обеспечивать доверие, ликвидность, правовую предсказуемость и связь между различными регуляторными пространствами [17; 18; 19]. Отдельное значение имеет литература о цифровых активах, стейблкоинах, токенизированных депозитах и CBDC: международные организации рассматривают их одновременно как источник финансовых инноваций и как фактор рисков, связанных с качеством резервов, возможными «набегами» держателей, валютным замещением, правовой неопределенностью и обходом ограничений на движение капитала. При этом BIS подчеркивает, что устойчивая токенизированная финансовая система должна опираться на деньги центральных и коммерческих банков, а не на нерегулируемые частные инструменты [22]. Макао в существующей литературе чаще анализируется как туристско-игорная экономика, элемент Большого залива или САР с особым правовым статусом, тогда как его валютный режим редко рассматривается в связи с цифровыми активами и финансовой стратегией КНР. Именно поэтому Макао выступает важным контрастным кейсом: наличие собственной валюты и формальной финансовой автономии не создает автоматически ни статуса международного финансового центра, ни институциональной базы для развития рынка цифровых активов. Методологически статья построена на сравнительном институциональном анализе двух связанных валютных режимов: HKD функционирует в рамках LERS и привязки к доллару США, тогда как MOP привязана к HKD и через него фактически включена в долларовый контур. Ключевым аналитическим разграничением выступает различие между формальной и функциональной трансформацией валютного режима. Под формальной трансформацией понимается изменение якорной валюты, отказ от фиксированной привязки, пересмотр диапазона курса или базового механизма денежной эмиссии; под функциональной трансформацией — изменение роли валютного режима в финансовой системе без пересмотра его номинальной архитектуры, включая развитие цифровых расчетов, регулируемых цифровых активов, токенизированных депозитов, стейблкоинов и CBDC-инфраструктуры. Эмпирическую основу исследования составляют нормативные документы HKMA, SFC, AMCM, PBoC, IMF, BIS, FSB, FATF и IOSCO, а также данные о валютных режимах, RMB-депозитах в Гонконге, показателях финансового рынка и структуре экономики Макао за 2022–2026 гг.

2. Валютные режимы HKD и MOP: сравнительная институциональная основа

Валютный режим Гонконга основан на Linked Exchange Rate System, действующей с 1983 г. Механизм LERS строится вокруг двух границ валютного коридора: сильной стороны 7,75 HKD за 1 USD и слабой стороны 7,85 HKD за 1 USD. При достижении слабой стороны HKMA покупает гонконгские доллары у банков повышая давление на процентные ставки; при достижении сильной стороны действует обратный механизм [1; 2]. Следовательно, механизм работает через денежную базу и процентные ставки, а не через самостоятельное дискреционное управление курсом.

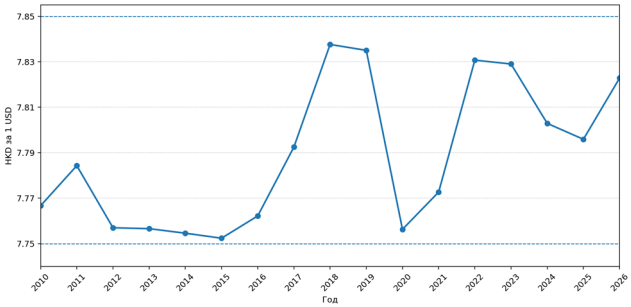


Рисунок 1. Динамика курса HKD/USD в коридоре LERS, 2010–2026 гг. Источник данных для построения: HKMA Monthly Statistical Bulletin / IMF IFS / FRED.

Валютный режим Макао построен иначе. Патака не имеет самостоятельной привязки к доллару США, а связана с гонконгским долларом. IMF указывает, что MOP привязана к HKD по курсу 1,03 за HKD 1 и через этот механизм фактически также связана с долларом США [3]. Банкноты выпускаются двумя банками, которые передают HKD в AMCM в обмен на долговые сертификаты, служащие обеспечением банкнотной эмиссии [3; 4]. Следовательно, MOP корректнее рассматривать как функционально производную по отношению к HKD валюту: юридически она имеет собственный статус, но ее курсовая устойчивость опирается на гонконгский долларовый режим.

Таблица 1
Институциональное сравнение валютных режимов HKD и MOP

Параметр	HKD	MOP	Вывод
Юрисдикция	САР Гонконг	САР Макао	Оба режима действуют в рамках «одна страна - две системы»
Якорь	USD	HKD, косвенно USD	MOP зависит от HKD
Механизм	LERS / currency board	Currency board arrangement	Оба режима фиксированные, но разной степени самостоятельности
Регулятор	HKMA	AMCM	Разная институциональная емкость
Международная функция	Валюта финансового центра	Локальная платежная валюта	Разный потенциал цифровых активов
Потенциал цифровой трансформации	Высокий	Ограниченный	Основа функциональной асимметрии

3. Цифровые активы как фактор трансформации валютно-финансовой инфраструктуры

Крипто-активы обычно относятся к частным цифровым активам, основанным на криптографии, распределенном реестре или сходной технологии. Виртуальные активы регуляторная категория, используемая в гонконгском правовом контексте. Стейблкоины занимают промежуточное положение между крипторынком и денежной системой: они не являются деньгами центрального банка, но имитируют денежные функции. Токенизированные депозиты отличаются от стейблкоинов тем, что являются цифровой формой банковского обязательства. CBDC, включая e-HKD, e-CNY и e-MOP, является цифровой формой публичных денег и не должна смешиваться с криптовалютами.

Для юрисдикций с фиксированной валютной привязкой цифровые активы создают двойственный эффект. С одной стороны, они могут расширить функциональность финансового центра, ускорить расчеты и повысить привлекательность юрисдикции для токенизированных финансовых продуктов. С другой стороны, они могут осложнить управление ликвидностью, усилить регуляторный арбитраж, создать риски для банковских депозитов и повысить зависимость от внешних цифровых денежных инструментов, особенно если большинство стейблкоинов привязаны к доллару США [22].

В случае Гонконга цифровые активы не могут заменить LERS или HKD. Их развитие возможно только как регулируемая надстройка над существующей денежной архитектурой. Stablecoins Ordinance вводит лицензирование эмитентов стейблкоинов с привязкой к фиатным валютам, а Project Ensemble связывает цифровые активы с токенизированными депозитами и банковской системой [7; 8; 9]. В случае Макао эффект иной: поскольку MOP не обладает сопоставимой международной ликвидностью и зависит от HKD, создание самостоятельной цифровой финансовой инфраструктуры вокруг патаки сталкивается с объективными ограничениями.

4. Условия развития цифровых активов в Гонконге

Цифровая стратегия Гонконга не может быть понята вне его прежней роли международного финансового посредника КНР. В 2025 г. HKEX характеризовал Гонконг как крупнейшую в мире площадку IPO по итогам года: к 19 декабря 2025 г. IPO на HKEX привлекли 274,6 млрд гонконгских долларов через 106 новых листингов, а среднедневной оборот за первые 11 месяцев 2025 г. достиг 255,8 млрд гонконгских долларов [25].

Отдельную роль играет offshore RMB-инфраструктура. В апреле 2026 г. объем RMB депозитов в Гонконге достиг 1 077,3 млрд юаней; HKMA при этом специально оговаривает, что месячные колебания депозитов зависят от множества факторов и корректнее оценивать долгосрочный тренд [26].

В июне 2025 г. правительство Гонконга опубликовало программное заявление «Policy Statement 2.0 on the Development of Digital Assets», в котором была обозначена цель формирования надежной и инновационной экосистемы цифровых активов. В документе была предложена рамка

LEAP, включающая четыре направления: совершенствование правового и регуляторного режима, расширение набора токенизированных продуктов, развитие практических сценариев применения и межсекторального взаимодействия, а также подготовку кадров и укрепление партнерств [6]. Со своей стороны, Комиссия по ценным бумагам и фьючерсам Гонконга ведет официальные перечни лицензированных платформ торговли виртуальными активами. Это позволяет рассматривать гонконгский рынок цифровых активов не как стихийно формирующуюся среду, а как постепенно институционализируемый сегмент финансовой системы [5].

Рисунок 2. Динамика RMB-депозитов в Гонконге, 2018–2026 гг. Источник данных для построения: HKMA Monthly Statistical

Особое место в этом процессе занимает регулирование цифровых токенов, привязанных к фиатным валютам. С 1 августа 2025 г. их выпуск в Гонконге был отнесен к регулируемым видам деятельности и стал возможен только при наличии лицензии Валютного управления Гонконга [7]. В апреле 2026 г. первые лицензии были выданы двум эмитентам — Anchorpoint Financial Limited и The Hongkong and Shanghai Banking Corporation Limited [9]. Проект Ensemble показывает другую сторону гонконгской модели — связь цифровых активов с банковскими деньгами и токенизированными расчетами. В ноябре 2025 г. Валютное управление Гонконга объявило о запуске EnsembleTX как пилотной фазы проекта Ensemble, направленной на проведение операций с токенизированными депозитами и цифровыми активами в контролируемой пилотной среде [8]. Токенизированные депозиты отличаются от стейблкоинов тем, что представляют собой цифровую форму банковского обязательства, а не самостоятельный частный токен отдельного эмитента. Следовательно, они в большей степени сохраняют связь с банковской системой и действующей надзорной архитектурой.

5. Условия развития цифровых активов в Макао

Валютная система Макао построена на привязке патаки к HKD. IMF указывает, что с 1983 г. MOP связана с HKD по курсу 1,03 за HKD 1, а через этот механизм фактически также связана с USD [3]. Это означает, что валютная автономия Макао имеет ограниченный характер. Патака обладает собственным правовым статусом и используется как законное платежное средство, однако ее стабильность опирается не на самостоятельную международную ликвидность, а на связь с HKD.

Ограниченная криптофинансовая автономия Макао связана также со структурой экономики: регион не является международным финансовым центром, а его модель опирается на туризм, игорный сектор, потребительские услуги и трансграничные сервисные потоки. Поэтому цифровизация здесь ориентирована прежде всего на платежи, а не на токенизированные рынки капитала.

Регуляторная позиция Макао в отношении виртуальных активов остается осторожной. Валютное управление Макао и правительство Макао ранее указывали, что биткоин и виртуальные валюты рассматриваются как виртуальные товары, не являются законным платежным средством и не относятся к финансовым инструментам, находящимся под надзором Валютного управления Макао [11]. Это принципиально отличает Макао от гонконгской модели: Гонконг через Комиссию по ценным бумагам и фьючерсам и Валютное управление Гонконга формирует лицензируемый режим для платформ торговли виртуальными активами и эмитентов цифровых токенов, привязанных к фиатным валютам, тогда как Макао не институционализирует рынок виртуальных активов как самостоятельный сегмент финансовой системы.

При этом осторожность Макао не означает отсутствия цифровой повестки. Публикация Валютным управлением Макао документа «White Paper on Macao SAR's e-MOP» показывает, что цифровизация денежной системы Макао связана прежде всего с официальной денежно-платежной инфраструктурой. Цифровую патаку e-MOP следует рассматривать не как аналог гонконгского режима регулирования стейблкоинов и не как криптовалюту, а как элемент повестки цифровых валют центральных банков [10].

6. Асимметричная цифровая автономия CAP KHP

Под асимметричной цифровой автономией CAP KHP в данной статье понимается конфигурация, при которой два специальных административных района обладают формально автономными валютными режимами, но в условиях развития цифровых активов выполняют разные функции в финансовой стратегии Китая. Гонконг использует валютно-финансовую автономию как основу регулируемой цифровой финансовой институционализации. Макао использует автономию преимущественно для сохранения локальной платежной стабильности. [12; 13] Риски цифровой трансформации также асимметричны. Для Гонконга они связаны с ростом взаимосвязи между банковской системой, стейблкоинами, токенизированными депозитами и платформами виртуальных активов, что требует контроля резервов, правил погашения, раскрытия информации, AML/CFT и защиты инвесторов [22; 23]. Для Макао ключевыми остаются не риски масштабной интеграции цифровых активов в рынок капитала, а незаконные платежные практики, мошенничество, зависимость от внешних платежных контуров и возможное усиление периферийности.

Заключение

Результат исследования состоит в разграничении валютной трансформации и функциональной трансформации. Валютная трансформация предполагала бы отказ от привязки, изменение якорной валюты, пересмотр валютного коридора или изменение принципов денежной эмиссии. В Гонконге и Макао таких изменений не происходит. Функциональная трансформация проявляется в изменении роли валюты и связанных с ней институтов в системе платежей, расчетов, цифровых активов, токенизированных обязательств и трансграничного финансового посредничества. Также было доказано, что цифровые активы усиливают различие между Гонконгом и Макао. Гонконг формирует регулируемую цифровую финансовую инфраструктуру вокруг гонконгского доллара. Она включает лицензируемые платформы торговли виртуальными активами, цифровые токены, привязанные к фиатным валютам, цифровой гонконгский доллар e-HKD, проект Ensemble и токенизированные депозиты. Макао, напротив, развивается как платежно-сервисная юрисдикция, где цифровизация связана прежде всего с цифровой патакой e-MOP и модернизацией платежной инфраструктуры, а не с формированием самостоятельного рынка цифровых активов. Также было сделано формулирование модели асимметричной цифровой автономии CAP KHP. Формально оба региона обладают собственными валютами и финансовыми институтами, однако цифровые активы наполняют эту автономию разным содержанием. Гонконгская автономия превращается в основу регулируемой цифровой финансовой институционализации; автономия Макао сохраняет локальный платежно-сервисный характер.

Ограничение исследования связано с ранней стадией ряда инструментов: режима стейблкоинов в Гонконге, e-HKD, Project Ensemble и e-MOP. Дальнейшие исследования должны быть направлены на анализ фактических объемов операций и влияния цифровых инструментов на банковскую ликвидность и трансграничные платежи.

Итоговый вывод статьи заключается в следующем: цифровые активы не отменяют валютные режимы HKD и MOP, но меняют их функциональное значение в финансовой стратегии KHP. Гонконгский доллар становится опорой регулируемой цифровой финансовой инфраструктуры внешнего контура Китая, патака Макао сохраняет роль локальной валюты, встроенной в гонконгский долларовый режим.

Литература

1. Hong Kong Monetary Authority. Linked Exchange Rate System. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/money/linked-exchange-rate-system/

2. Hong Kong Monetary Authority. How Does the LERS Work?. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/money/linked-exchange-rate-system/how-does-the-lers-work/

3. International Monetary Fund. People's Republic of China — Macao Special Administrative Region: 2024 Article IV Consultation Discussions. IMF Country Report No. 24/142. Washington, D.C.: IMF, 2024.

4. International Monetary Fund. Macao SAR: Exchange Rates — DSBB Metadata. URL: https://dsbb.imf.org/e-gdds/dqaf-base/country/MAC/category/EXR00

5. Securities and Futures Commission of Hong Kong. Lists of Virtual Asset Trading Platforms. URL: https://www.sfc.hk/en/Welcome-to-the-Fintech-Contact-Point/Virtual-assets/Virtual-asset-trading-platforms-operators/Lists-of-virtual-asset-trading-platforms

6. The Government of the Hong Kong SAR. Policy Statement 2.0 on the Development of Digital Assets in Hong Kong. 26 June 2025. URL: https://www.info.gov.hk/gia/general/202506/26/P2025062600269.htm

7. Hong Kong Monetary Authority. Regulatory Regime for Stablecoin Issuers. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/international-financial-centre/stablecoin-issuers/

8. Hong Kong Monetary Authority. HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenised deposits and digital assets. 13 November 2025. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/

9. Hong Kong Monetary Authority. Granting of stablecoin issuer licences. 10 April 2026. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2026/04/20260410-4/

10. Monetary Authority of Macao. White Paper on Macao Special Administrative Region's e-MOP. Macao: AMCM, 2024.

11. Macao SAR Government. Alert to Risks of Virtual Commodities and Tokens. 27 September 2017. URL: https://www.gov.mo/en/news/74177/

12.中国人民银行等十部门.关于进一步防范和处置虚拟货币交易炒作风险的通

知.24.09.2021.URL:https://www.pbc.gov.cn/goutongjiaoliu/113456/113469/4348521/index.html

13. People's Bank of China. Progress of Research & Development of E-CNY in China. Beijing: PBoC, 2021.

14. Hanke S. H., Schuler K. Currency Boards for Developing Countries: A Handbook. San Francisco: ICS Press, 1994.

15. Bennett A. G. G. Currency Boards: Issues and Experiences // Frameworks for Monetary Stability. Washington, D.C.: IMF, 1994.

16. Ghosh A. R., Gulde A.-M., Wolf H. C. Currency Boards: More than a Quick Fix? // Economic Policy. 2000. Vol. 15. No. 31. P. 269–335.

17. Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. Princeton: Princeton University Press, 2001.

18. Cassis Y. Capitals of Capital: A History of International Financial Centres, 1780–2005. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

19. Taylor P. J. World City Network: A Global Urban Analysis. London: Routledge, 2004.

20. Cheung Y.-W. The Role of Offshore Financial Centers in the Process of Renminbi Internationalization. ADBI Working Paper No. 472. Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2014.

21. Hong Kong Monetary Authority. Monetary Statistics for April 2026. 29 May 2026. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2026/05/20260529-6/

22. Cerutti E. et al. Understanding Stablecoins. IMF Departmental Paper No. 25/09. Washington, D.C.: IMF, 2025.

23. Юэ Ц. Виртуальные валюты в праве Китая: от запрета криптовалют к цифровому юаню // Актуальные проблемы российского права. 2024.

24. Кучина Я. О. Регулирование цифровой валюты Центробанка в КНР // Московский журнал международного права. 2024.

25. Литвинова Ю. Г. Гонконг как финансовые ворота Китая // Общество и государство в Китае. 2021.

The Hong Kong dollar and the Macao Pataca amid the development of digital assets: functional transformation of the currency regimes of the prc special administrative regions

Ivanov-Chakubash D.A.
Institute of Oriental Studies, RAS

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article examines the impact of digital assets on the functional transformation of the currency regimes of the Special Administrative Regions of the People's Republic of China — Hong Kong and Macao. The author proceeds from the distinction between formal currency transformation, which implies a change in the currency peg, anchor currency or monetary issuance mechanism, and functional transformation, which is associated with a change in the role of the currency regime within the financial infrastructure. Based on a comparative institutional analysis, the article shows that the development of digital assets, stablecoins, tokenised deposits and central bank digital currencies does not lead to the dismantling of existing currency regimes: the Hong Kong dollar retains the Linked Exchange Rate System and its peg to the US dollar, while the Macao pataca remains a derivative currency linked to the Hong Kong dollar. At the same time, the digitalisation of finance reinforces the divergence between the two SARs of the PRC. Hong Kong uses its monetary and financial autonomy as a basis for building a regulated digital financial infrastructure, including the licensing of virtual asset trading platforms, the regulation of stablecoins, the development of e-HKD, Project Ensemble and tokenised deposits. Macao, by contrast, retains a predominantly local payment and service function, focused on the digital pataca, e-MOP, and the modernisation of the payment environment. The scientific novelty of the article lies in substantiating the model of asymmetric digital autonomy of the PRC's SARs, within which formally similar currency regimes acquire different functional significance in China's financial strategy.

Keywords: Hong Kong dollar, Macao pataca, digital assets, stablecoins, tokenised deposits, e-HKD, e-MOP, currency peg, currency regime, Special Administrative Regions of the PRC, Hong Kong, Macao, asymmetric digital autonomy, international financial centre, China's financial strategy.

References

1. Hong Kong Monetary Authority. Linked Exchange Rate System. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/money/linked-exchange-rate-system/
2. Hong Kong Monetary Authority. How Does the LERS Work?. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/money/linked-exchange-rate-system/how-does-the-lers-work/
3. International Monetary Fund. People's Republic of China - Macao Special Administrative Region: 2024 Article IV Consultation Discussions. IMF Country Report No. 24/142. Washington, D.C.: IMF, 2024.
4. International Monetary Fund. Macao SAR: Exchange Rates - DSBB Metadata. URL: https://dsbb.imf.org/e-gdds/dqaf-base/country/MAC/category/EXR00
5. Securities and Futures Commission of Hong Kong. Lists of Virtual As-set Trading Platforms. URL: https://www.sfc.hk/en/Welcome-to-the-Fintech-Contact-Point/Virtual-assets/Virtual-asset-trading-platforms-operators/Lists-of-virtual-asset-trading-platforms
6. The Government of the Hong Kong SAR. Policy Statement 2.0 on the Development of Digital Assets in Hong Kong. 26 June 2025. URL: https://www.info.gov.hk/gia/general/202506/26/P2025062600269.htm
7. Hong Kong Monetary Authority. Regulatory Regime for Stablecoin Issuers. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/key-functions/international-financial-centre/stablecoin-issuers/
8. Hong Kong Monetary Authority. HKMA announces the new phase of Project Ensemble to support real-value transactions in tokenized deposits and digital assets. 13 November 2025. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2025/11/20251113-3/
9. Hong Kong Monetary Authority. Granting of stablecoin issuer licenses. 10 April 2026. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2026/04/20260410-4/
10. Monetary Authority of Macao. White Paper on Macao Special Administrative Region's e-MOP. Macao: AMCM, 2024.
11. Macao SAR Government. Alert to Risks of Virtual Commodities and Tokens. 27 September 2017. URL: https://www.gov.mo/en/news/74177/
12.关于进一步防范和处置虚拟货币交易炒作风险的通知.24.09.2021.URL:https://www.pbc.gov.cn/goutongjiaoliu/113456/113469/4348521/index.html
13. People's Bank of China. Progress of Research & Development of E-CNY in China. Beijing: PBoC, 2021.
14. Hanke S. H., Schuler K. Currency Boards for Developing Countries: A Handbook. San Francisco: ICS Press, 1994.
15. Bennett A. G. G. Currency Boards: Issues and Experiences // Frame-works for Monetary Stability. Washington, D.C.: IMF, 1994.
16. Ghosh A. R., Gulde A.-M., Wolf H. C. Currency Boards: More than a Quick Fix? // Economic Policy. 2000. Vol. 15.No. 31. P. 269–335.
17. Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. Princeton: Princeton University Press, 2001.
18. Cassis Y. Capitals of Capital: A History of International Financial Centres, 1780–2005. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
19. Taylor P. J. World City Network: A Global Urban Analysis. London: Routledge, 2004.
20. Cheung Y.-W. The Role of Offshore Financial Centers in the Process of Renminbi Internationalization. ADBI Working Paper No. 472. Tokyo: Asian Development Bank Institute, 2014.
21. Hong Kong Monetary Authority. Monetary Statistics for April 2026. 29 May 2026. URL: https://www.hkma.gov.hk/eng/news-and-media/press-releases/2026/05/20260529-6/
22. Cerutti E. et al. Understanding Stablecoins. IMF Departmental Paper No. 25/09. Washington, D.C.: IMF, 2025.
23. Yue Q. Virtual Currencies in Chinese Law: From the Ban on Cryptocurrencies to the Digital Yuan // Current Issues of Russian Law. 2024.
24. Kuchina Ya. O. Regulation of the Central Bank's Digital Currency in the PRC // Moscow Journal of International Law. 2024.
25. Litvinova Yu. G. Hong Kong as China's Financial Gateway // Society and State in China. 2021.

Современные парадигмы финансового риск-менеджмента в банковской сфере: от регуляторных требований к стратегическим преимуществам

Квиткин Александр Владимирович
аспирант, Университет Синергия

Статья посвящена трансформации финансового риск-менеджмента в банковской сфере в условиях цифровизации и платформенной экономики. Выявлены ограничения традиционных систем управления рисками, обоснована необходимость их адаптации к взаимодействию банков с цифровыми платформами. Систематизированы новые виды рисков, предложен подход к построению распределённой системы риск-менеджмента. Обосновано, что эффективный риск-менеджмент становится фактором повышения конкурентоспособности банка. Результаты могут быть использованы при совершенствовании систем управления рисками в коммерческих банках.

Ключевые слова: финансовый риск-менеджмент, коммерческий банк, банковские риски, платформенная экономика, цифровые платформы, регуляторные требования, стратегическое управление рисками, финансовая устойчивость, конкурентные преимущества, стресс-тестирование.

Введение

Цифровизация и развитие платформенной экономики меняют природу банковских рисков [2, 4]. Традиционные системы риск-менеджмента, ориентированные на выполнение нормативов [1, 7], всё чаще не учитывают новые угрозы: алгоритмическую непрозрачность и операционную связанность. Цель работы – обосновать переход от регуляторной модели риск-менеджмента к стратегической, обеспечивающей конкурентные преимущества банков в новых условиях.

Особую актуальность данная проблематика приобретает в условиях формирования платформенной экономики, в рамках которой банки всё чаще взаимодействуют с цифровыми платформами, маркетплейсами, экосистемами и финтех-компаниями [10, 12, 14, 15]. Подобное взаимодействие предоставляет новые возможности для привлечения клиентов, расширения продуктовой линейки и использования альтернативных источников данных, одновременно формируя новые категории финансовых и операционных рисков. В результате традиционные подходы к идентификации, оценке и управлению рисками оказываются недостаточными для обеспечения устойчивого развития кредитных организаций.

В российском секторе проблема усугубляется внешними ограничениями и конкуренцией с небанковскими платформами. Эффективность риск-менеджмента начинает определять не только соблюдение нормативов, но и конкурентоспособность банка.

Современная трансформация финансового риск-менеджмента в банковской сфере

Развитие банковского риск-менеджмента на протяжении последних десятилетий демонстрирует постепенный переход от узкофункционального контроля отдельных видов рисков к комплексной системе управления устойчивостью кредитной организации. Если первоначально основное внимание уделялось кредитному риску как ключевому источнику потенциальных потерь банков, то современная практика предполагает комплексный учёт широкого спектра взаимосвязанных рисков, оказывающих влияние на финансовые результаты и стратегическое развитие организации [3].

Эволюция риск-менеджмента прошла три этапа: контроль кредитного риска, внедрение Базеля II/III (интеграция процессов), стратегическое управление. Ключевое противоречие современного этапа – баланс доходности и риска. В отличие от старой парадигмы, где риск-менеджмент был контролером, новая модель рассматривает его как инструмент создания стоимости (Таблица 1).

Таблица 1
Трансформация парадигм финансового риск-менеджмента в банковской сфере

Критерий	Традиционная парадигма	Современная парадигма
Основная цель	Соблюдение нормативных требований регулятора	Формирование устойчивых конкурентных преимуществ
Объект управления	Отдельные виды финансовых рисков	Совокупный риск-профиль банка
Горизонт управления	Краткосрочный	Стратегический
Основные инструменты	Лимиты, резервирование, нормативы достаточности капитала	Интегрированное управление рисками, стресс-тестирование, аналитика больших данных
Источники информации	Внутренние банковские данные	Внутренние и внешние данные, включая цифровые платформы
Роль риск-подразделения	Контрольная функция	Стратегический партнёр бизнеса
Подход к риску	Минимизация потерь	Оптимизация соотношения «риск – доходность»
Результат	Финансовая устойчивость	Финансовая устойчивость и повышение конкурентоспособности

Источник: составлено автором.

Представленные различия демонстрируют переход от реактивного контроля к проактивному управлению стоимостью банка, что требует пересмотра состава учитываемых рисков и методов их оценки.

Новые виды финансовых рисков в условиях платформенной экономики

Развитие платформенной экономики расширяет возможности банков по привлечению клиентов и использованию данных, но формирует риски, не учитываемые классическими моделями [10, 12, 16, 19]. Традиционные подходы (кредитный, рыночный, операционный риск) не охватывают новые угрозы, возникающие при технологической интеграции банков и платформ.

В платформенной экономике возникают следующие новые виды рисков: алгоритмическая непрозрачность (невозможность верифицировать скоринги платформ); операционная связанность (сбой на платформе через API вызывает сбой в банке); концентрация на платформах (зависимость от 2-3 партнеров); регуляторная неопределенность (отставание законов от технологий); а также риск двойного учета активов и киберугрозы [17].

Систематизация выявленных рисков позволяет утверждать, что современная платформа взаимодействия банков и цифровых экосистем формирует принципиально новую архитектуру финансовых рисков, требующую пересмотра традиционных подходов к их идентификации, оценке и управлению [1, 6, 9, 13, 15]. В этих условиях возникает необходимость формирования интегрированной модели риск-менеджмента, сочетающей требования регулятора, возможности цифровых технологий и стратегические цели развития банка.

Риск-менеджмент как источник стратегических преимуществ коммерческого банка

Современный риск-менеджмент перестаёт быть контрольной функцией и становится фактором конкурентоспособности [11, 13, 16, 20, 23]. В условиях цифровизации он обеспечивает баланс между устойчивостью и развитием бизнеса [6, 20, 23].

Стратегические преимущества от эффективного риск-менеджмента проявляются через:

- повышение качества управленческих решений и планирования [13, 22, 23];
- оптимизацию структуры капитала и сокращение избыточного резервирования;
- использование альтернативных данных (цифровой след, поведенческие характеристики) для точной оценки кредитоспособности [6, 16, 24];
- систему раннего предупреждения рисков на основе Big Data и AI [18, 20, 24];
- управление распределёнными рисками совместно с платформами [16, 19, 21].

Таким образом, современный риск-менеджмент выходит далеко за рамки выполнения регуляторных требований и становится важнейшим элементом стратегического управления банком. Его эффективность начинает определять не только уровень финансовой устойчивости кредитной организации, но и её способность формировать долгосрочные конкурентные преимущества в условиях цифровой трансформации финансового рынка.

Для количественной оценки влияния риск-менеджмента на конкурентоспособность банка целесообразно использовать интегральный подход, учитывающий показатели риска, доходности и достаточности капитала, что позволит оценить эффективность системы управления рисками не только с позиции регуляторного соответствия, но и с точки зрения создания стратегической ценности для бизнеса.

Рисунок 1 – **Эволюция парадигмы финансового риск-менеджмента в банковской сфере**
Источник: составлено автором

Представленная эволюция подтверждает необходимость количественной оценки вклада риск-менеджмента в формирование стратегической ценности банка, что требует разработки соответствующего интегрального показателя.

Интегральная оценка эффективности риск-менеджмента в условиях платформенной экономики

Переход к стратегической модели риск-менеджмента требует изменения подходов к оценке эффективности системы управления рисками. Традиционно результативность риск-менеджмента анализируется через соблюдение обязательных нормативов, величину резервов, уровень просроченной задолженности и показатели достаточности капитала. Однако подобный подход не позволяет определить вклад системы управления рисками в формирование конкурентных преимуществ банка [5, 6, 13].

В современных условиях эффективность риск-менеджмента целесообразно рассматривать через призму его влияния на финансовые результаты деятельности кредитной организации. В этой связи предлагается использовать интегральную модель оценки «Риск – Доходность – Капитал», отражающую взаимосвязь между уровнем принимаемого риска, доходностью банковских операций и достаточностью капитала.

Концептуально предлагаемая модель основывается на предположении о том, что максимальная эффективность риск-менеджмента достигается не при минимальном уровне риска, а при достижении оптимального баланса между риском и финансовой отдачей. При этом система управления рисками должна обеспечивать сохранение достаточного уровня капитала для покрытия потенциальных убытков и выполнения требований регулятора.

Интегральный показатель эффективности риск-менеджмента может быть представлен следующим образом [13, 22, 23]:

$$RRC = \frac{(RAROA \times K_{cap} \times K_S)}{I_{risk}} \quad (1)$$

где: $RAROA$ – риск-скорректированная рентабельность активов;

K_{cap} – коэффициент достаточности капитала;

K_S – коэффициент устойчивости платформенного взаимодействия;

I_{risk} – интегральный индекс рискованности деятельности банка.

В отличие от традиционных методик оценки, предлагаемая модель учитывает особенности платформенной экономики посредством включения коэффициента устойчивости платформенного взаимодействия, характеризующего степень зависимости банка от цифровых платформ и стабильность поступления клиентских потоков через платформенные каналы [16, 19, 20].

Дополнительно в состав интегрального индекса рискованности могут включаться показатели концентрации на ключевых цифровых платформах, уровень операционной связанности, вероятность возникновения алгоритмических ошибок, уровень киберугроз и оценка качества альтернативных данных, используемых в скоринговых моделях [6, 18, 24].

Использование предложенного подхода позволяет перейти от оценки соответствия установленным требованиям к анализу реального вклада риск-менеджмента в создание стоимости бизнеса. Чем выше значение интегрального показателя RRC, тем более эффективно банк использует риск как источник доходности при сохранении необходимого уровня финансовой устойчивости.

Заключение

Проведённое исследование подтверждает, что цифровая трансформация и распространение платформенных бизнес-моделей изменяют архитектуру банковских рисков, выводя её за рамки традиционных категорий кредитного, рыночного и операционного риска. Классические системы риск-менеджмента, ориентированные на соблюдение нормативов Банка России и стандартов Базеля, не обеспечивают полноценной идентификации и оценки новых угроз, возникающих при интеграции банков с цифровыми платформами, маркетплейсами и экосистемами.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Систематизированы новые виды рисков платформенной экономики: алгоритмическая непрозрачность, операционная связанность, концентрация на цифровых платформах, регуляторная неопределённость, риск двойного учёта активов и кибериски платформенного взаимодействия. Показано, что их учёт требует перехода от изолированной оценки отдельных рисков к анализу взаимосвязей в распределённой цифровой среде.
2. Предложена интегральная модель оценки эффективности риск-менеджмента RRC, которая, в отличие от существующих регуляторных методик, позволяет количественно оценить вклад системы управления рисками в создание стратегической ценности банка. Модель включает коэффициент устойчивости платформенного взаимодействия, что адаптирует её к современным условиям.

Практическая значимость результатов заключается в том, что предложенный подход даёт коммерческим банкам инструментарий для:

- ранжирования цифровых платформ-партнёров по уровню риска и оценки зависимости от каждого канала привлечения клиентов;

- обоснованного распределения капитала между традиционными и платформенными направлениями деятельности на основе интегрального показателя рискованности;
- перехода от реактивного управления к проактивному мониторингу рисков с использованием альтернативных данных и сценарного стресс-тестирования.

Таким образом, в условиях платформенной экономики риск-менеджмент перестаёт быть исключительно контрольной функцией и становится стратегическим ресурсом банка, определяющим его способность адаптироваться к технологическим изменениям, выстраивать устойчивые партнёрские отношения с цифровыми платформами и обеспечивать долгосрочную конкурентоспособность.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на эмпирическую верификацию предложенной модели на данных российских банков, а также на разработку отраслевых стандартов раскрытия информации о рисках платформенного взаимодействия для целей надзора.

Литература

1. Нафиков Р. Г. Цифровизация банковской системы: риски и возможности управления финансовыми активами. Управленческие науки. 2022;12(3):39-52. DOi: 10.26794/2304-022X-2022-12-3-39-52.
2. Кузнецов М.О. Цифровизация экономики и риски банков: сущность и постановка проблемы // Экономика и социум. 2022. № 4. С. 276–279.
3. Родин Д.Я., Читао Д.Ю., Нечаев В.А., Горулько В.А. Проблемы и преимущества банковского менеджмента в условиях цифровизации // Вестник академии знаний. 2024. № 2(61). С. 525–530.
4. Лебедева Н. Ю., Колосов А. И., Лобачева Е. С. Современные тенденции цифровизации в банковской сфере // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2024. № 2. С. 114 120. https://doi.org/10.22394/2079-1690-2024-1-2-114-120. EDN XBIJDG
5. Ларина О.И., Кузнецова В.В. Цифровизация розничных платежей и развитие системы риск-менеджмента// Управление. 2025. Т. 13. № 3. С. 52–63. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-3-52-63
6. Гарагуц М.А. Инновационные технологии в управлении кредитными рисками: стратегии цифровизации банковского риск-менеджмента. *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. 2025;(4):62-70. https://doi.org/10.37493/2307-907X.2025.4.6
7. Банк России. Основные направления развития финансовых технологий на период 2025–2027 годов. М.: Банк России, 2024. 65 с.
8. Банк России. Обзор финансовой стабильности. 2024. № 2. М.: Банк России, 2024.
9. АКРА. Банковский сектор. Аналитический обзор. М., 2026.
10. Блинов В. Б., Веселков А. Е. Трансформация банковского сектора в условиях развития финтех-платформ // Актуальные исследования. 2026. №21 (307). Ч.IV. С. 27-32.
11. Семенова, Н.Н. Цифровая трансформация банковского сектора России : основные тренды развития / Н. Н. Семенова // Финансы и кредит. — Москва, 2024 — N 10. Том 30. — С.2239-2251.
12. Дмитрук Е.В., Мекшенева Ж.В., Голиков Р.Ю. Финтех и его влияние на трансформацию банковской сис темы: вызовы и перспективы развития // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Том 15. – № 5. – С. 3395–3408. doi: 10.18334/epp.15.5.123092
13. Rena R., Paul L. Risk Management, Digital Innovation, and Regulatory Frameworks in Banking Stability // Journal of Accounting, Business and Research. 2025. Vol. XIII. No. 2. P. 38–58. DOI: https://doi.org/10.70301/JOUR/SBS-JABR/2025/13/2/2
14. Gaviyau W., Godi J. Emerging Risks in the Fintech-Driven Digital Banking Environment: A Bibliometric Review of China and India // *Risks* 2025, *13*(10), 186; https://doi.org/10.3390/risks13100186.
15. Chen L. The Impact of Digital Transformation on Systemic Risk in the Banking industry // SHS Web of Conferences 208, 01024 (2024). https://doi.org/10.1051/shsconf/202420801024
16. Maximilian Schreieck, Yongli Huang, Alexander Kupfer & Helmut Krcmar (2024) The Effect of Digital Platform Strategies on Firm Value in the Banking Industry, Journal of Management Information Systems, 41:2, 394-421, DOI: 10.1080/07421222.2024.2340825
17. Waliullah M., George M.Z.H., Hasan M.T. et al. Assessing the Influence of Cybersecurity Threats and Risks on the Adoption and Growth of Digital Banking: A Systematic Literature Review // arXiv. 2025. Article 2503.22710.
18. Jin S., Bei Z., Chen B., Xia Y. Breaking the Cycle of Recurring Failures: Applying Generative AI to Root Cause Analysis in Legacy Banking Systems // arXiv. 2024. Article 2411.13017.
19. European Central Bank. Digital Banking: How New Bank Business Models Are Reshaping the Banking Sector // Financial Stability Review. Frankfurt am Main: ECB, 2025.
20. Boston Consulting Group. Tech in Banking 2025: Smarter Tech Investment. Boston: BCG, 2025.
21. Kaufman Rossin. Digital Transformation in Banking and Finance: Navigating Innovation and Compliance in 2025. Miami, 2024.
22. Muhammad Lukman Hakim, Rizal Ahmad Fauzi The Impact of Digital Transformation on Risk-Taking of Commercial Banks // Dinasti International Journal of Economics, Finance & Accounting. 2025. Vol. 6. No. 4. P. 411–425. DOI: https://doi.org/10.38035/dijefa.v6i4.4975
23. KPMG. Transforming Risk Management for a Dynamic New Era. Global Banking Risk Survey Report. London: KPMG, 2025.
24. Bi S., Bao W. Innovative Application of Artificial Intelligence Technology in Bank Credit Risk Management // arXiv. 2024. Article 2404.18183.

Modern Paradigms of Financial Risk Management in the Banking Sector: From Regulatory Requirements to Strategic Advantages

Kvitkin A.V.
Synergy University

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article is about the transformation of financial risk management in the banking sector in the context of digitalization and the platform economy. It identifies the limitations of traditional risk management systems and explains the need to adapt them to banks' interactions with digital platforms. New types of risks are systematized, and an approach to building a distributed risk management system is proposed. It is argued that effective risk management becomes a factor in increasing a bank's competitiveness. The results can be used to improve risk management systems in commercial banks.

Keywords: financial risk management, commercial bank, banking risks, platform economy, digital platforms, regulatory requirements, strategic risk management, financial stability, competitive advantages, stress testing.

References

1. Nafikov R. G. Digitalization of the banking system: risks and opportunities for managing financial assets. Management sciences. 2022;12(3):39-52. DOi: 10.26794/2304-022X-2022-12-3-39-52
2. Kuznetsov M.O. Digitalization of the economy and banking risks: essence and problem statement // Economy and Society. 2022. No. 4. Pp. 276–279.
3. Rodin D.Ya., Chitao D.Yu., Nechaev V.A., Gorulko V.A. Problems and advantages of banking management in the context of digitalization // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2024. No. 2(61). Pp. 525–530.
4. Lebedeva N. Yu., Kolosov A. I., Lobacheva E. S. Modern trends of digitalization in the banking sector. State and Municipal Management. Scholar Notes. 2024;(2):114–120. (In Russ.). https://doi.org/10.22394/2079-1690 2024-1-2-114-120. EDN XBIJDG
5. Larina O.I., Kuznetsova V.V. (2025). Digitalisation of retail payments and development of a risk management system. Upravlenie / Management (Russia), 13 (3), pp. 52–63. DOI: 10.26425/2309-3633-2025-13-3-52-63
6. Garaguts M.A. Innovative technologies in credit risk management: digitalization strategies for banking risk management. *Newsletter of North-Caucasus Federal University*. 2025;(4):62-70. (In Russ.) https://doi.org/10.37493/2307-907X.2025.4.6
7. Bank of Russia. Main Directions for the Development of Financial Technologies for the Period 2025–2027. Moscow: Bank of Russia, 2024. 65 p.
8. Bank of Russia. Financial Stability Review. 2024. No. 2. Moscow: Bank of Russia, 2024.
9. ACRA. Banking Sector. Analytical Review. Moscow, 2026.
10. Blinov V. B., Veselkov A. E. Transformation of the Banking Sector in the Context of the Development of Fintech Platforms // Current Research. 2026. No. 21 (307). Part IV. P. 27-32.
11. Semenova, N.N. Digital Transformation of the Russian Banking Sector: Main Development Trends / N. N. Semenova // Finance and Credit. — Moscow, 2024 — No. 10. Vol. 30. — P. 2239-2251.
12. Dmitruk E.V., Meksheva Zh.V., Golikov R.Yu. Fintech and Its Impact on the Transformation of the Banking System: Challenges and Development Prospects // Economics, Entrepreneurship and Law. – 2025. – Vol. 15. – No. 5. – P. 3395–3408. doi: 10.18334/epp.15.5.123092
13. Rena R., Paul L. Risk Management, Digital Innovation, and Regulatory Frameworks in Banking Stability // Journal of Accounting, Business and Research. 2025. Vol. XIII. No. 2. P. 38–58. DOI: https://doi.org/10.70301/JOUR/SBS-JABR/2025/13/2/2
14. Gaviyau W., Godi J. Emerging Risks in the Fintech-Driven Digital Banking Environment: A Bibliometric Review of China and India // *Risks* 2025, *13*(10), 186; https://doi.org/10.3390/risks13100186.
15. Chen L. The Impact of Digital Transformation on Systemic Risk in the Banking industry // SHS Web of Conferences 208, 01024 (2024). https://doi.org/10.1051/shsconf/202420801024
16. Maximilian Schreieck, Yongli Huang, Alexander Kupfer & Helmut Krcmar (2024) The Effect of Digital Platform Strategies on Firm Value in the Banking Industry, Journal of Management Information Systems, 41:2, 394-421, DOI: 10.1080/07421222.2024.2340825
17. Waliullah M., George M.Z.H., Hasan M.T. et al. Assessing the Influence of Cybersecurity Threats and Risks on the Adoption and Growth of Digital Banking: A Systematic Literature Review // arXiv. 2025. Article 2503.22710.
18. Jin S., Bei Z., Chen B., Xia Y. Breaking the Cycle of Recurring Failures: Applying Generative AI to Root Cause Analysis in Legacy Banking Systems // arXiv. 2024. Article 2411.13017.

Эволюция подходов к промышленному ценообразованию в условиях цифровизации экономики

Кузнецов Артем Сергеевич
аспирант, направление 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» НИТУ МИСИС, thtw19@gmail.com,

Жагловская Анна Валериевна
к.э.н., доцент, заведующий кафедрой «цифрового менеджмента и инноватики», НИТУ МИСИС, zhaglovskaya.av@misis.ru

Ценообразование является одним из ключевых факторов, определяющих прибыльность и конкурентоспособность на промышленных рынках. В условиях возрастающей сложности рыночной среды, усиления глобальной конкуренции и стремительной цифровизации экономики традиционные подходы к ценообразованию все в большей степени демонстрируют свои ограничения. В данной статье систематизирована эволюция подходов к промышленному ценообразованию — от затратных и рыночных моделей через ценностно-ориентированное и основанное на данных ценообразование к современным интеллектуальным системам ценообразования. На основе широкого круга научной литературы, монографий и аналитических отчетов в исследовании используются сравнительно-исторический, контент- и концептуальный анализ для изучения трансформации практик ценообразования. Полученные результаты свидетельствуют о последовательном смещении акцента от внутренних издержек к внешним рыночным факторам, ценности для клиента и аналитической обработке данных. Данная эволюция во многом обусловлена цифровизацией, обеспечившей интеграцию систем ERP, CRM и BI, развитие больших данных, а также применение ценовой аналитики, предиктивной аналитики и методов машинного обучения. Интеллектуальные системы ценообразования представляют собой закономерное продолжение данного процесса, обеспечивая непрерывную оптимизацию и более высокий уровень адаптивности. Вместе с тем их внедрение в B2B-среде сопряжено с проблемами интерпретируемости, качества данных и организационными факторами, что обусловливает распространение гибридных моделей с участием человека в процессе принятия решений. В целом исследование показывает, что промышленное ценообразование развивается в направлении более аналитических и гибридных форм, в которых цифровые технологии не заменяют, а усиливают роль человеческой экспертизы, формируя основу для более эффективных ценовых стратегий в цифровой экономике.

Ключевые слова: промышленное ценообразование, B2B-ценообразование, ценностно-ориентированное ценообразование, ценообразование, основанное на данных, интеллектуальные системы ценообразования, ценовая аналитика, цифровизация, машинное обучение.

1. Введение

Ценообразование является одним из ключевых факторов, определяющих прибыльность, инвестиционные возможности и долгосрочную устойчивость промышленных предприятий. В отличие от потребительских рынков, где решения о покупке зачастую принимаются быстро и находятся под влиянием эмоциональных факторов, промышленное (B2B) ценообразование характеризуется высокой степенью сложности, длительными циклами продаж, значительной кастомизацией продукции и существенным влиянием на всю цепочку создания стоимости. В связи с этим эффективность ценовых стратегий имеет особое значение не только для отдельных компаний, но и для конкурентоспособности целых региональных промышленных комплексов и отраслей.

За последние десятилетия промышленные рынки претерпели существенные изменения. Усиление глобальной конкуренции, коммодитизация многих видов продукции, рост требований клиентов к персонализации и увеличение нестабильности внешней среды значительно усложнили процесс принятия ценовых решений. Традиционные подходы, основанные преимущественно на производственных издержках или мониторинге цен конкурентов, все в меньшей степени способны обеспечивать приемлемый уровень рентабельности и адаптивности к рыночным условиям. В настоящее время компании сталкиваются с очевидной дилеммой: продолжать использовать проверенные, но устаревающие методы либо внедрять новые инструменты, способные учитывать многочисленные взаимосвязанные факторы в режиме реального времени.

Цифровизация стала мощным фактором трансформации данной сферы. Широкое распространение корпоративных информационных систем (ERP, CRM и BI), экспоненциальный рост объема доступных данных и развитие аналитических технологий создали новые возможности для обработки информации о клиентах, конкурентах, спросе и внешних условиях. Это способствовало постепенному переходу от периодически принимаемых экспертных решений к систематическому анализу данных, а затем — к прогнозным и адаптивным моделям. Современные интеллектуальные системы ценообразования, использующие машинное обучение и предиктивную аналитику, позволяют осуществлять динамическую оптимизацию цен с учетом одновременно сотен переменных.

Несмотря на очевидную актуальность данной темы, в научной литературе по-прежнему преобладают исследования, посвященные отдельным подходам к ценообразованию. Комплексные исследования всей эволюционной траектории промышленного ценообразования в условиях цифровизации остаются относительно немногочисленными. Существующие работы, как правило, сосредоточены на технических аспектах внедрения алгоритмов либо на анализе отдельных практических кейсов, тогда как более глубокое понимание логики перехода между различными подходами, ограничений предшествующих моделей и интегрирующей роли цифровых технологий требует дальнейшего развития.

Цель данного исследования заключается в систематизации и концептуальном анализе эволюции подходов к промышленному ценообразованию в условиях возрастающей сложности рыночной среды и цифровизации экономики.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: определить сущность и характеристики основных этапов развития ценообразования (затратного, рыночного, ценностно-ориентированного, основанного на данных подходов, а также интеллектуальных систем ценообразования); исследовать преимущества, ограничения и факторы перехода между данными подходами; определить роль цифровизации и аналитических технологий в данной трансформации; предложить концептуальную модель эволюции промышленного ценообразования.

Настоящая работа представляет собой концептуальное обзорное исследование, основанное на синтезе широкого массива научной литературы и аналитических отчетов. Полученные результаты направлены на углубление понимания механизмов цифровой трансформации практик промышленного управления и формирование теоретической основы для разработки более эффективных ценовых стратегий в современной экономике.

Структура статьи организована следующим образом: в следующем разделе представлен обзор литературы, далее рассматриваются методология исследования, результаты, обсуждение и выводы.

2. Обзор литературы

Настоящий обзор литературы систематически рассматривает развитие основных подходов к ценообразованию: от затратного ценообразования через рыночное и ценностно-ориентированное ценообразование к ценообразованию, основанному на данных, и интеллектуальным системам ценообразования. Данный анализ раскрывает внутреннюю логику трансформации методов ценообразования и формирует теоретическую основу для ответа на исследовательский вопрос настоящего исследования.

Затратные подходы представляют собой один из наиболее традиционных методов определения цены в промышленном секторе. Их основной принцип заключается в расчете цены на основе внутренних производственных и сбытовых затрат с последующим добавлением стандартной нормы прибыли.

Логика формирования цены в рамках затратных подходов может быть концептуально представлена следующим образом:

$P = C + M$, (1)

где P представляет собой конечную цену, C обозначает совокупные производственные и операционные затраты, а M — целевую наценку или желаемую норму прибыли.

Как отмечают Котлер и Келлер в работе «Marketing Management» [1], данные методы исторически доминировали в промышленном секторе благодаря своей простоте и опоре на легкодоступные бухгалтерские данные. Затратное ценообразование получило широкое распространение в эпоху массового производства, характеризовавшейся относительной стабильностью рынков, предсказуемостью затрат и ограниченной ценовой конкуренцией. Особенно часто оно применялось в капиталоемких отраслях, таких как тяжелое машиностроение, химическая промышленность, энергетика, транспорт и оборонный комплекс, где высока доля постоянных затрат и широко используются долгосрочные контракты с возмещением издержек.

Нэгл и Холден в работе «The Strategy and Tactics of Pricing» [2] подчеркивают, что затратные методы обеспечивают полное покрытие затрат, простоту расчетов и легкость обоснования цен перед клиентами и регулирующими органами, одновременно минимизируя риск убытков и облегчая внутренний финансовый контроль.

Рыночные подходы к ценообразованию возникли как естественная реакция на ограничения затратных методов, доминировавших в промышленности в условиях относительно стабильной рыночной среды. В отличие от подходов, ориентированных исключительно на внутренние затраты, рыночные стратегии смещают акцент на внешние факторы — уровень конкуренции, поведение покупателей и общее состояние рынка. Их сущность заключается в установлении цен на основе той суммы, которую рынок готов заплатить, с учетом действий конкурентов и текущей рыночной динамики.

На промышленных B2B-рынках значительную роль также играет тендерное ценообразование, при котором цены формируются для участия в конкурентных торгах с учетом предполагаемых действий соперников.

Логика формирования цены в рамках рыночных подходов может быть концептуально выражена следующим образом:

$P \approx P_m$, (2)

где P представляет собой конечную цену, а P_m обозначает преобладающую рыночную цену, сформированную в условиях конкурентного рынка.

Переход от затратного к рыночному ценообразованию был обусловлен усилением конкуренции и процессами глобализации в последней трети XX века. Как отмечает Монро в работе «Pricing: Making Profitable Decisions» [3], эффективное ценообразование требует комплексного учета рыночных сил, поскольку затраты определяют лишь нижнюю границу цены, тогда как верхняя граница устанавливается рынком. Нэгл и Холден в работе «The Strategy and Tactics of Pricing» [2] подчеркивают, что игнорирование конкурентной среды приводит к утрате рыночных позиций, особенно в условиях растущей глобальной конкуренции и коммодитизации продукции.

Преимущества рыночных подходов очевидны. Они обеспечивают более высокую адаптивность к внешним изменениям, способствуют поддержанию конкурентоспособности и позволяют ценам более точно отражать готовность клиентов платить. Данный подход стимулирует компании анализировать не только собственные затраты, но и позиционирование продукта относительно конкурентов, обеспечивая более гибкое реагирование на рыночные сигналы.

Основным недостатком является потенциальная потеря контроля над нормой прибыли: чрезмерная ориентация на конкурентов может провоцировать ценовые войны и снижать рентабельность, особенно при отсутствии у компании значимых конкурентных преимуществ. Кроме того, в условиях высокой неопределенности или информационной асимметрии, характерных для многих промышленных рынков, точная оценка рыночных ориентиров зачастую затруднена. Монро, Нэгл и Холден отмечают, что исключительно конкурентное ценообразование носит скорее реактивный, чем стратегический характер и не позволяет в полной мере монетизировать уникальную ценность предлагаемых решений [2, 3].

Ценностно-ориентированное ценообразование возникло как ответ на ограничения затратных и рыночных методов. В отличие от подходов, ориентированных на внутренние затраты или цены конкурентов, ценностно-ориентированное ценообразование устанавливает цену исходя из экономической ценности, которую продукт или услуга создают для конкретного клиента. Центральным понятием выступает ценность для клиента — воспринимаемая им разница между получаемыми выгодами и понесенными затратами.

Хинтерхубер в своих работах по стратегиям ценообразования, основанного на ценности для клиента [4], подчеркивает, что цена должна отражать не производственные затраты или рыночный уровень цен, а реальный вклад предложения в повышение эффективности клиента, снижение рисков или увеличение его доходов. Тёйтяри и Райяла в исследованиях ценностно-ориентированного ценообразования на промышленных рынках [5] развивают данную идею, рассматривая ценностно-ориентированное ценообразование как организационную компетенцию, требующую глубокого понимания бизнес-модели клиента.

Концептуальная логика ценностно-ориентированного ценообразования может быть представлена следующим образом:

$P = f(V_c)$, (3)

где P представляет собой конечную цену, а V_c — воспринимаемую клиентом ценность, связанную с продуктом или услугой.

Переход к ценностно-ориентированному ценообразованию отражал развитие научной мысли от внутренне ориентированного (затратного) и конкурентно ориентированного (рыночного) подходов к внешнему, ориентированному на клиента подходу. Преимущества данного подхода являются существенными: он позволяет компаниям увеличивать норму прибыли, усиливать дифференциацию продукции и более эффективно монетизировать уникальные преимущества своих предложений. В условиях усиления конкуренции и коммодитизации промышленной продукции ценностно-ориентированное ценообразование способствует предотвращению разрушительных ценовых войн.

Однако внедрение данного подхода сопряжено с серьезными трудностями. Основная проблема заключается в измерении ценности для клиента, которая по своей природе субъективна и в значительной степени зависит от индивидуального восприятия каждого потребителя. Хинтерхубер отмечает наличие значительного разрыва между теоретическим признанием эффективности ценностно-ориентированного ценообразования и его фактическим внедрением компаниями [4]. Тёйтяри и Райяла указывают на организационные и институциональные барьеры [5], включая сопротивление со стороны подразделений продаж, сложности в донесении ценности до клиентов и недостаток необходимых компетенций.

В отличие от ценностно-ориентированного ценообразования, которое в значительной степени опиралось на экспертные оценки и качественный анализ, подход, основанный на данных, переносит акцент на систематическое использование эмпирических данных и количественных методов при принятии ценовых решений. Его сущность заключается в интеграции больших объемов информации о продажах, клиентах, конкурентах и внешней среде для более точного определения оптимального уровня цен.

Системы ERP, CRM и BI сыграли ключевую роль в данном процессе, обеспечив возможности для сбора, хранения и обработки данных в режиме реального времени. Как отмечает Филлипс в работе «Pricing and Revenue Optimization» [6], современное ценообразование должно основываться на аналитике спроса, анализе эластичности и прогнозировании, а не исключительно на интуиции или исторически сложившихся затратах. Ценовая аналитика позволяет компаниям осуществлять прогнозирование спроса, моделировать рыночную реакцию на изменение цен и оптимизировать маржинальность по сегментам клиентов и продуктам. Эконометрические модели, включая регрессионный анализ, модели одновременных уравнений и анализ временных рядов, получили широкое распространение для выявления скрытых закономерностей на промышленных рынках.

Логика подходов к ценообразованию, основанному на данных, может быть концептуально формализована следующим образом:

$P = f(D, M)$, (4)

где P представляет собой конечную цену, D обозначает бизнес- и рыночные данные, а M — аналитические и эконометрические модели, используемые при анализе ценообразования.

Давенпорт и Харрис в работе «Competing on Analytics» [7] подчеркивают, что компании, конкурирующие за счет аналитики, получают существенное преимущество, превращая данные в ключевой конкурентный ресурс. В промышленном (B2B) секторе ценообразование, основанное на данных, особенно ценно для динамического управления ценами на сложную продукцию с учетом сезонности, колебаний цен на сырье и поведения ключевых клиентов.

Преимущества данного подхода очевидны: он повышает точность и объективность принимаемых решений, обеспечивает быструю адаптацию к изменениям рынка, способствует росту доходов без пропорционального увеличения затрат и снижает влияние субъективных факторов. Цифровизация существенно расширила возможности аналитики благодаря способности обрабатывать большие объемы транзакционных данных.

В то же время классическая аналитика и эконометрические модели обладают определенными ограничениями. Они эффективно работают со структурированными данными и линейными зависимостями, однако зачастую испытывают трудности при обработке неструктурированной информации, сложных взаимодействий факторов и оперативном обновлении моделей в условиях высокодинамичной среды. По мере роста объема и разнообразия данных (Big Data) стало очевидно, что традиционные методы необходимо дополнять более гибкими инструментами, способными извлекать знания из сложных и не полностью формализованных массивов данных.

Интеллектуальные системы ценообразования представляют собой современный этап эволюции промышленного ценообразования, выступая логическим продолжением ценообразования, основанного на данных. Если предыдущие подходы преимущественно опирались на статическую аналитику и экспертные оценки, то интеллектуальные системы интегрируют алгоритмы машинного обучения, большие данные и предиктивную аналитику для автоматизации и повышения качества ценовых решений в режиме реального времени. Они принципиально трансформируют процесс принятия решений, обеспечивая переход от периодического пересмотра цен к их непрерывной оптимизации на основе множества изменяющихся факторов.

Системы поддержки принятия решений (DSS), усиленные технологиями искусственного интеллекта, помогают менеджерам оперативно адаптировать цены к рыночным сигналам. Согласно исследованиям McKinsey в области передового ценообразования в промышленных компаниях [8], предприятия, внедряющие современные аналитические инструменты, достигают существенного роста маржинальности благодаря более точному учету сложных B2B-взаимодействий и динамики цепочек поставок.

Концептуальное представление интеллектуальных систем ценообразования может быть выражено следующим образом:

$$P_t = f(X_t, ML), \quad (5)$$

где P_t представляет собой конечную цену, X_t представляет операционные и рыночные данные, поступающие в режиме реального времени, а ML обозначает алгоритмы машинного обучения, применяемые в прогнозном анализе ценообразования.

В отчетах Deloitte, посвященных ценовой аналитике на основе искусственного интеллекта, подчеркивается, что искусственный интеллект позволяет выявлять нелинейные закономерности и персонализировать предложения на уровне отдельных контрактов или клиентов — возможности, недоступные предыдущим поколениям моделей [9].

К преимуществам ценообразования на основе машинного обучения относятся более высокая точность прогнозирования, снижение влияния человеческого фактора при принятии рутинных решений, повышение общей гибкости ценообразования и значительный потенциал роста выручки.

Кроме того, на B2B-рынках сохраняются сложности, обусловленные длительными циклами продаж, высокой степенью кастомизации контрактов и ограниченным объемом исторических данных по новым продуктам. Эти факторы свидетельствуют о том, что в настоящее время интеллектуальные системы ценообразования выступают скорее дополнением к стратегическому управлению, чем его полной заменой.

3. Материалы и методы

Настоящее исследование представляет собой концептуальный обзор, направленный на систематизацию и критический анализ эволюции подходов к промышленному ценообразованию в условиях возрастающей сложности рынков и цифровизации экономики. Методологическая основа исследования соответствует рекомендациям по подготовке концептуальных обзорных работ, в которых основным результатом выступают синтез существующих знаний и разработка концептуальной модели (Трэнфилд., 2003 [10]; Снайдер, 2019 [11]).

Материалом для анализа послужили научные публикации в области экономики, менеджмента и промышленного маркетинга, охватывающие период с 1960-х годов по настоящее время. В выборку были включены классические монографии и учебные издания, а также специализированные исследования, посвященные промышленному ценообразованию и B2B-маркетингу. Особое внимание было уделено эмпирическим и концептуальным работам консалтинговых компаний (McKinsey, Deloitte), посвященным внедрению передовых ценовых стратегий в промышленности [8, 9].

В исследовании применялось сочетание качественных методов анализа литературы. Основным методом выступил систематический обзор литературы с элементами нарративного синтеза. Для прослеживания последовательной эволюции подходов к ценообразованию — от затратного ценообразования до интеллектуальных систем ценообразования — использовался сравнительно-исторический подход.

Сравнительный анализ проводился для оценки ключевых характеристик каждого подхода по следующим критериям: основа формирования цены, степень ориентации на рынок и клиента, роль данных и технологий, преимущества, ограничения и условия применения. Контент-анализ использовался для выявления доминирующих концепций, факторов перехода между этапами развития и барьеров внедрения. Концептуальный анализ был направлен на выделение сущностных различий между подходами и разработку обобщенной концептуальной схемы эволюции промышленного ценообразования. Особое внимание уделялось роли цифровизации как катализатора перехода от экспертно-ориентированных к аналитическим и интеллектуальным системам ценообразования.

Процесс исследования состоял из нескольких этапов. На первом этапе осуществлялись сбор и первичная систематизация литературы на основе хронологического и тематического принципов. На втором этапе каждый подход к ценообразованию анализировался детально с выделением его ключевых принципов, преимуществ, ограничений и факторов перехода. Третий этап включал сравнительный синтез и выявление общих закономерностей трансформации под воздействием конкуренции, глобализации и технологического развития. Заключительный этап был посвящен формированию комплексной концептуальной модели, непосредственно отвечающей на исследовательский вопрос настоящей работы.

Рисунок 1. Дизайн исследования и методологический процесс

4. Результаты

Анализ научной литературы выявил последовательную трансформацию подходов к промышленному ценообразованию, обусловленную возрастающей сложностью рынков, усилением конкуренции и развитием цифровых технологий. Рассматриваемые подходы к ценообразованию различались не только механизмами формирования цен, но и степенью использования данных, уровнем аналитической поддержки и ролью интеллектуальных инструментов в процессе принятия решений. Данные изменения позволяют рассматривать развитие промышленного ценообразования как переход от преимущественно экспертно-ориентированных и затратных методов к аналитически управляемым системам ценообразования, основанным на данных.

Исследование показало, что эволюция подходов к промышленному ценообразованию сопровождалась постепенным смещением акцента от внутренних факторов предприятия к внешним рыночным параметрам, ценности для клиента и аналитической обработке данных. Одновременно возрастала сложность ценовых систем, усиливалась роль цифровой инфраструктуры и расширялись возможности использования предиктивной аналитики при принятии ценовых решений.

Анализ литературы показывает, что ранние модели промышленного ценообразования были преимущественно ориентированы на внутренние показатели предприятия, прежде всего на производственные затраты и целевые показатели прибыли. Такой подход обеспечивал относительную стабильность ценовых решений в менее динамичной рыночной среде с ограниченным объемом доступной информации.

По мере усиления конкуренции и глобализации промышленных рынков значение рыночных факторов возрастало, что привело к распространению рыночного ценообразования. В дальнейшем развитие B2B-взаимодействий и усиление ориентации на клиента способствовали переходу к ценностно-ориентированному ценообразованию, в рамках которого цена стала рассматриваться как отражение воспринимаемой клиентом ценности продукта.

Следующий этап трансформации связан с цифровизацией экономики и стремительным ростом объема доступных данных. Развитие систем ERP, CRM и BI создало основу для появления ценообразования, основанного на данных, которое базируется на аналитической обработке структурированных данных и использовании инструментов ценовой аналитики. Рост вычислительных возможностей и развитие технологий машинного обучения привели к формированию интеллектуальных систем ценообразования, способных адаптировать ценовые решения в условиях высокой динамичности рынка.

Рисунок 2. Концептуальная модель эволюции подходов к промышленному ценообразованию

Сравнение также показывает, что усложнение рыночной среды сопровождалось повышением требований к скорости обработки информации и адаптивности систем ценообразования. В результате интеллектуальные системы ценообразования стали закономерным продолжением развития ценовой аналитики, интегрируя предиктивную аналитику, машинное обучение и автоматизированные механизмы поддержки принятия решений.

Таблица 1
Сравнительная характеристика подходов к промышленному ценообразованию

Подход	Основа ценообразования	Ключевое преимущество	Основное ограничение
Затратное	Производственные затраты и целевая норма прибыли	Простота и прозрачность	Слабая ориентация на рынок и спрос
Рыночное	Цены конкурентов и рыночная конъюнктура	Адаптация к конкурентной среде	Недостаточный учет ценности для клиента
Ценностно-ориентированное	Воспринимаемая клиентом ценность	Рост прибыльности и клиентоориентированности	Сложность количественной оценки ценности
Ценообразование, основанное на данных	Аналитическая обработка данных (ERP, CRM, BI)	Более обоснованные и оперативные ценовые решения	Зависимость от качества и полноты данных
Интеллектуальные системы ценообразования	Машинное обучение и интеллектуальная аналитика	Прогнозирование, адаптивность и непрерывная оптимизация	Ограниченная интерпретируемость и сложность внедрения

Результаты исследования позволяют рассматривать эволюцию промышленного ценообразования как последовательный переход от экспертно-ориентированных моделей к интеллектуальным системам поддержки принятия решений. На ранних этапах ценовые решения формировались преимущественно на основе экспертных оценок и внутренних производственных показателей. По мере усложнения рыночной среды существенно возрастало значение аналитической обработки данных и внешней информации.

Развитие цифровой инфраструктуры способствовало трансформации систем ценообразования в направлении принятия решений на основе данных. Использование систем ERP, CRM и BI позволило интегрировать значительные объемы операционных и рыночных данных в процесс ценообразования. Последующее развитие технологий машинного обучения и предиктивной аналитики создало условия для появления адаптивных систем ценообразования, способных учитывать высокую динамичность промышленных рынков. В то же время результаты показывают, что даже при интеллектуализации систем ценообразования полностью исключить участие человека из процесса принятия решений не представляется возможным.

Рисунок 3. Глобальный объем данных, генерируемых ежегодно

В целом результаты подтверждают, что цифровизация экономики стала одним из ключевых факторов трансформации промышленного ценообразования. Рост объема данных, развитие аналитических инструментов и распространение интеллектуальных систем привели к существенным изменениям принципов формирования цен и роли аналитики в процессе принятия ценовых решений.

5. Обсуждение

Эволюция подходов к промышленному ценообразованию отражает более широкие процессы трансформации экономических отношений, обусловленные возрастающей сложностью рынков и технологическим прогрессом. Каждый последующий этап — от затратного к рыночному, ценностно-ориентированному, аналитическому и интеллектуальному ценообразованию — возникал как ответ на ограничения предыдущего, прежде всего связанные с недостаточной адаптивностью к динамике спроса, поведению конкурентов и индивидуальным потребностям клиентов в B2B-секторе.

Цифровизация выступила фундаментальным катализатором данных изменений. Рост объема и доступности данных наряду с развитием систем ERP, CRM и BI, а позднее и технологий машинного обучения, существенно расширил возможности компаний выйти за рамки статичных моделей. Если классические подходы опирались преимущественно на внутренние данные или экспертные оценки, то современные интеллектуальные системы ценообразования позволяют осуществлять непрерывную оптимизацию цен с одновременным учетом множества переменных в режиме реального времени. Предиктивная аналитика и динамическое ценообразование делают возможным прогнозирование рыночных реакций и персонализацию предложений — возможности, имеющие особую ценность на промышленных рынках, характеризующихся длительными циклами продаж и высокой вариативностью контрактов.

Не менее важными являются вопросы качества данных и зрелости инфраструктуры. Многие промышленные предприятия по-прежнему функционируют на основе фрагментированных информационных систем, в которых данные из ERP, CRM и внешних источников слабо интегрированы либо содержат значительный объем информационного шума. Организационное сопротивление изменениям, дефицит специалистов, способных сочетать отраслевую экспертизу с аналитическими компетенциями, а также высокая стоимость внедрения продолжают замедлять распространение интеллектуальных систем.

Системы поддержки принятия решений (DSS), усиленные технологиями машинного обучения, не заменяют экспертов, а расширяют их когнитивные возможности: алгоритмы осуществляют обработку больших объемов данных, выявление закономерностей и формирование сценариев, тогда как менеджеры сохраняют контроль над стратегическим контекстом, этическими аспектами и спецификой конкретных рыночных ситуаций. Такая модель совместного принятия решений сочетает точность предиктивной аналитики с глубиной профессионального суждения.

В контексте региональной и отраслевой экономики значение данных изменений особенно велико. Предприятия и промышленные кластеры,

успешно внедряющие гибридные интеллектуальные системы ценообразования, получают конкурентные преимущества не только с точки зрения уровня маржинальности, но и по скорости реакции на рыночные сигналы, качеству взаимодействия с клиентами и общей устойчивости. В итоге успех внедрения будет зависеть в меньшей степени от технологической сложности решений и в большей степени от способности организаций формировать процессы, культуру и компетенции, обеспечивающие эффективное взаимодействие человека и алгоритмов.

6. Заключение

Проведенный в настоящем исследовании анализ показывает, что промышленное ценообразование прошло последовательную эволюцию — от затратно-ориентированных моделей к современным интеллектуальным системам. Данная трансформация отражает возрастающую сложность рыночной среды и продолжающуюся цифровизацию экономики. Возрастающая значимость данных и аналитических инструментов стала ключевым фактором данного процесса, способствуя переходу от преимущественно внутренних и экспертно-ориентированных подходов к прогнозным и адаптивным моделям.

Интеллектуальные системы ценообразования, основанные на машинном обучении, представляют собой современный этап данного развития. Их применение позволяет существенно повысить качество и эффективность ценовых решений в промышленном секторе. Внедрение таких систем способствует снижению субъективности, повышению уровня маржинальности и укреплению конкурентных позиций предприятий.

Направления дальнейших исследований включают развитие объяснимого искусственного интеллекта в ценообразовании, создание гибридных систем поддержки принятия решений (DSS), интеграцию машинного обучения с традиционными эконометрическими методами, а также эмпирическую оценку влияния интеллектуальных систем ценообразования на конкурентоспособность региональных промышленных кластеров.

Литература

1. Kotler P., Keller K. L. *Marketing Management*. 15th ed. Harlow : Pearson, 2016. 832 p.
2. Nagle T. T., Holden R. K. *The Strategy and Tactics of Pricing: A Guide to Growing More Profitably*. 5th ed. Boston, MA : Pearson, 2016. 432 p.
3. Monroe K. B. *Pricing: Making Profitable Decisions*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 2003. 464 p.
4. Hinterhuber A. Customer value-based pricing strategies: Why companies resist // *Journal of Business Strategy*. 2008. Vol. 29, No. 4. P. 41–50. DOI: 10.1108/02756660810887079.
5. Töytäri P., Rajala R. Value-based pricing in industrial markets // *Industrial Marketing Management*. 2015. Vol. 47. P. 4–15. DOI: 10.1016/j.indmarman.2015.02.005.
6. Phillips R. *Pricing and Revenue Optimization*. Stanford, CA : Stanford University Press, 2005. 528 p.
7. Davenport T. H., Harris J. G. *Competing on Analytics: The New Science of Winning*. Boston, MA : Harvard Business School Press, 2007. 240 p.
8. McKinsey & Company. *Advanced Pricing in Industrial Companies* [Electronic resource]. URL: https://www.mckinsey.com (accessed: 19.05.2026).
9. Deloitte. *AI-Driven Pricing Analytics* [Electronic resource]. URL: https://www2.deloitte.com (accessed: 19.05.2026).
10. Tranfield D., Denyer D., Smart P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review // *British Journal of Management*. 2003. Vol. 14, No. 3. P. 207–222. DOI: 10.1111/1467-8551.00375.
11. Snyder H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines // *Journal of Business Research*. 2019. Vol. 104. P. 333–339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

Evolution of Approaches to Industrial Pricing in the Context of Economic Digitalization

Kuznetsov A.S., Zhaglovskaya A.V.
NUST MISIS

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

Pricing is one of the key determinants of profitability and competitiveness in industrial markets. Amid increasing market complexity, intensifying global competition, and the rapid digitalization of the economy, traditional pricing approaches are demonstrating growing limitations. This article systematizes the evolution of industrial pricing approaches, tracing their development from cost-based and market-based models through value-based and data-driven pricing to contemporary intelligent pricing systems. Drawing on a broad body of academic literature, monographs, and analytical reports, the study employs comparative-historical, content, and conceptual analysis to examine the transformation of pricing practices. The findings indicate a gradual shift in emphasis from internal cost factors toward external market conditions, customer value, and data-driven analytical capabilities. This evolution has been largely driven by digitalization, which has enabled the integration of ERP, CRM, and BI systems, the development of big data technologies, and the application of pricing analytics, predictive analytics, and machine learning methods. Intelligent pricing systems represent a natural continuation of this process by enabling continuous price optimization and greater adaptability. At the same time, their implementation in B2B environments is associated with challenges related to interpretability, data quality, and organizational factors, contributing to the widespread adoption of hybrid decision-making models that combine algorithmic recommendations with human expertise. Overall, the study demonstrates that industrial pricing is evolving toward more analytical and hybrid approaches, in which digital technologies do not replace but rather augment human expertise, thereby providing a foundation for more effective pricing strategies in the digital economy.

Keywords: industrial pricing, B2B pricing, value-based pricing, data-driven pricing, intelligent pricing systems, pricing analytics, digitalization, machine learning.

References

1. Kotler P., Keller K. L. Marketing Management. 15th ed. Harlow: Pearson, 2016. 832 p.
2. Nagle T. T., Holden R. K. The Strategy and Tactics of Pricing: A Guide to Growing More Profitably. 5th ed. Boston, MA: Pearson, 2016. 432 p.
3. Monroe K. B. Pricing: Making Profitable Decisions. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 464 p.
4. Hinterhuber A. Customer value-based pricing strategies: Why companies resist // Journal of Business Strategy. 2008. Vol. 29, No. 4. P. 41–50. DOI: 10.1108/02756660810887079.
5. Töytäri P., Rajala R. Value-based pricing in industrial markets // Industrial Marketing Management. 2015. Vol. 47. P. 4–15. DOI: 10.1016/j.indmarman.2015.02.005.
6. Phillips R. Pricing and Revenue Optimization. Stanford, CA: Stanford University Press, 2005. 528 p.
7. Davenport T. H., Harris J. G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2007. 240 p.
8. McKinsey & Company. Advanced Pricing in Industrial Companies [Electronic resource]. URL: https://www.mckinsey.com (accessed: 05/19/2026).
9. Deloitte. AI-Driven Pricing Analytics [Electronic resource]. URL: https://www2.deloitte.com (accessed: 05/19/2026).
10. Tranfield D., Denyer D., Smart P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review // British Journal of Management. 2003. Vol. 14, No. 3. P. 207–222. DOI: 10.1111/1467-8551.00375.
11. Snyder H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines // Journal of Business Research. 2019. Vol. 104. P. 333–339. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.

Игровая ценность прогнозного сигнала на финансовом рынке: показатель GAVF и условия его положительности

Кутуев Тимур Наилевич
аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, timur_kutuev@mail.ru

В статье предложен и теоретически обоснован показатель игровой инвестиционной ценности прогнозного сигнала на финансовом рынке – GAVF. В отличие от традиционных метрик качества прогнозирования (Hit Rate, MAE, RMSE и других), оценивающих статистическое соответствие прогноза фактическому движению цены, показатель GAVF ориентирован на определение экономической целесообразности использования прогноза при принятии инвестиционных решений. Разработанный подход основан на теоретико-игровом представлении взаимодействия инвестора и рынка, в котором прогноз рассматривается как информационный сигнал, а результат его использования зависит не только от точности предсказания, но и от транзакционных издержек, ликвидности, рыночного импакта, риска и альтернативной стратегии поведения инвестора. Формализован критерий GAVF как разность между ожидаемым выигрышем от использования прогнозного сигнала и совокупными издержками его реализации с учетом риск-поправки. Получены условия положительности показателя и доказано, что статистически значимый прогноз может не обладать инвестиционной ценностью при недостаточном уровне прогнозного преимущества либо высоких издержках исполнения. Теоретически показано, что увеличение спреда, комиссий, проскальзывания и рыночного импакта приводит к монотонному снижению значения GAVF. Результаты исследования формируют основу для оценки экономической полезности прогнозных моделей и разработки правил принятия инвестиционных решений в условиях рыночных фрикций.

Ключевые слова: игровая теория, финансовый рынок, инвестиционные решения, прогнозирование финансовых временных рядов, прогнозный сигнал, экономическая ценность прогноза, GAVF, транзакционные издержки, ликвидность, рыночный импакт, риск, поведение инвестора.

1. Введение

Современные финансовые рынки характеризуются высокой степенью неопределенности, значительной волатильностью и сложным взаимодействием большого числа участников, принимающих решения на основе неоднородной информации. В этих условиях прогнозирование динамики цен финансовых активов остается одной из центральных задач финансовой экономики, количественных финансов и алгоритмической торговли. Развитие эконометрических методов, машинного обучения и искусственного интеллекта привело к появлению большого количества моделей, способных прогнозировать направление движения цен, доходность и волатильность финансовых инструментов с точностью, превышающей случайный уровень [1-3].

Оценка качества прогнозов традиционно осуществляется с использованием статистических метрик, таких как точность направления движения цены (Hit Rate), средняя абсолютная ошибка (MAE), среднеквадратичная ошибка (RMSE), коэффициент детерминации и других показателей [1-3]. Однако данные метрики характеризуют лишь степень соответствия прогноза фактическому поведению рынка и не позволяют ответить на ключевой для инвестора вопрос: следует ли совершать сделку на основе полученного прогноза. На практике даже статистически значимый прогноз может не обеспечивать положительного финансового результата вследствие транзакционных издержек, спреда, проскальзывания, ограниченной ликвидности и рыночного импакта.

Дополнительную сложность создаёт стратегическая природа финансового рынка. Использование одинаковых прогнозных сигналов большим числом участников способно изменять параметры рыночной среды, влиять на ликвидность и ухудшать качество исполнения сделок. В результате экономическая ценность прогноза определяется не только его информационным содержанием, но и условиями реализации инвестиционного решения. Это делает необходимым переход от оценки статистической точности прогнозов к анализу их инвестиционной полезности в условиях рыночных фрикций и стратегического взаимодействия участников рынка.

В связи с этим возникает потребность в разработке показателя, позволяющего оценивать не качество прогноза само по себе, а его способность формировать положительный ожидаемый выигрыш инвестора после учета всех существенных факторов исполнения сделки. Настоящая работа предлагает показатель GAVF, основанный на теоретико-игровом подходе к моделированию поведения инвестора на финансовом рынке.

Целью исследования является разработка и теоретическое обоснование показателя GAVF, позволяющего определить условия, при которых прогнозный сигнал обладает положительной инвестиционной ценностью. В статье формализуется понятие игровой ценности прогноза, выводятся условия положительности показателя GAVF и исследуется влияние транзакционных издержек, спреда, проскальзывания и рыночного импакта на его значение. Полученные результаты позволяют сформировать теоретическую основу для сравнения прогнозных моделей не только по статистическим характеристикам, но и по их способности создавать экономический выигрыш в реальных условиях функционирования финансового рынка.

Научная новизна исследования заключается в разработке показателя GAVF, позволяющего оценивать инвестиционную ценность прогнозного сигнала с учетом транзакционных издержек, риска, ликвидности и рыночного импакта. В отличие от существующих статистических метрик качества прогнозирования, предложенный показатель ориентирован на оценку экономической полезности прогноза для инвестора.

2. История проблематики

Вопрос оценки качества прогнозов на финансовых рынках является одним из центральных направлений исследований в области финансовой эконометрики и количественных финансов. Традиционно эффективность прогнозных моделей оценивается с использованием статистических показателей, таких как MAE, RMSE, Hit Rate. Данные метрики получили широкое распространение благодаря простоте интерпретации и возможности сравнения различных прогнозных моделей.

Развитие эконометрических методов прогнозирования привело к появлению моделей ARIMA, GARCH и их модификаций, позволяющих оценивать динамику доходностей и волатильности финансовых активов [2, 3]. В дальнейшем существенное распространение получили методы машинного обучения, включая логистическую регрессию, случайный

лес, градиентный бустинг и нейронные сети, демонстрирующие способность выявлять сложные нелинейные зависимости в финансовых временных рядах [4, 5].

Однако многочисленные исследования показывают, что высокая статистическая точность прогноза не гарантирует его экономической эффективности [14, 15]. Реализуемая доходность инвестиционной стратегии зависит не только от качества прогноза, но и от транзакционных издержек, ликвидности рынка, рыночного импакта и поведения других участников торгов. В результате прогнозная модель, превосходящая конкурентов по показателям RMSE или Hit Rate, может не обеспечивать положительного финансового результата после учета рыночных фрикций.

Параллельно с развитием методов прогнозирования формировалось направление теоретико-игрового моделирования финансовых рынков [6-10]. В работах по теории игр инвестор рассматривается как рациональный участник, принимающий решения в условиях неопределенности и стратегического взаимодействия. Однако существующие игровые модели, как правило, не включают качество прогнозного сигнала в явном виде и не предлагают количественной оценки его инвестиционной ценности.

Таким образом, в современной литературе сохраняется разрыв между статистической оценкой качества прогноза и оценкой его реальной полезности для инвестора. Настоящая работа направлена на устранение данного разрыва путем введения показателя GAVF, позволяющего оценивать прогнозный сигнал с учетом транзакционных издержек, ликвидности, рыночного импакта и риска.

3. Описание подзадач и математической модели

3.1. Инвестиционное решение как игра с прогнозным сигналом

Традиционные показатели качества прогнозирования позволяют оценить степень соответствия прогноза фактическому движению цены, однако не дают ответа на вопрос о целесообразности совершения сделки на основе данного прогноза. В реальных условиях финансового рынка инвестор сталкивается с транзакционными издержками, ограничениями ликвидности, проскальзыванием и неопределённостью результата. Поэтому прогноз следует рассматривать не как самоцель, а как информационный сигнал, используемый в процессе выбора инвестиционной стратегии.

Рассмотрим инвестора, принимающего решение на основании прогнозного сигнала. Пусть прогнозная модель формирует вероятность роста цены финансового актива p. В зависимости от значения данной вероятности инвестор может выбрать одну из стратегий:

$$a \in \{Buy, Hold, Sell\}.$$

Предполагается, что инвестор действует рационально и стремится максимизировать ожидаемый выигрыш. Однако результат сделки определяется не только правильностью прогноза, но и условиями его реализации на рынке [6-10].

Пусть A – ожидаемое преимущество прогноза над случайным выбором, C – совокупные издержки исполнения сделки, R – риск-поправка, отражающая неопределённость результата [11, 12].

Тогда возникает задача оценки экономической полезности прогнозного сигнала с учётом всех перечисленных факторов.

3.2. Формализация показателя игровой ценности прогноза

Для оценки экономической эффективности прогнозного сигнала введём показатель GAVF.

Под GAVF будем понимать ожидаемый дополнительный выигрыш инвестора от использования прогнозного сигнала по сравнению с альтернативной стратегией поведения без использования данного прогноза [14, 15].

Формально показатель определяется следующим образом:

$$GAVF = A - C - R.$$

где: A – характеризует информационное преимущество прогнозной модели, C – отражает суммарные транзакционные издержки, R – учитывает риск и неопределённость реализации прогноза.

Экономический смысл показателя состоит в том, что прогноз обладает инвестиционной ценностью только в том случае, если создаваемое им преимущество превышает совокупные издержки и риск.

При $GAVF > 0$ использование прогнозного сигнала является экономически оправданным.

При $GAVF \leq 0$ инвестору рационально отказаться от совершения сделки либо использовать альтернативную стратегию.

Таким образом, GAVF позволяет перейти от статистической оценки качества прогноза к оценке его реальной инвестиционной полезности.

Таблица 1

Сравнение показателя GAVF с традиционными метриками качества прогнозирования

Метрика	Учитывает точность прогноза	Учитывает издержки	Учитывает риск	Позволяет оценить инвестиционную целесообразность
MAE	Да	Нет	Нет	Нет
RMSE	Да	Нет	Нет	Нет
Hit Rate	Да	Нет	Нет	Нет
Sharpe Ratio	Частично	Частично	Да	Частично
GAVF	Да	Да	Да	Да

Составлено автором на основе [8, 11, 13-15].

Как следует из таблицы 1, традиционные показатели качества прогнозирования оценивают преимущественно статистические свойства модели и не позволяют определить экономическую целесообразность совершения сделки. В отличие от них показатель GAVF непосредственно связывает прогнозное преимущество с затратами на его реализацию и принимаемым уровнем риска.

4. Условия положительности показателя GAVF

4.1. Необходимое условие инвестиционной полезности прогнозного сигнала

Рассмотрим условие, при котором использование прогноза способно приносить инвестору положительный ожидаемый выигрыш.

Из определения показателя GAVF следует:

$$GAVF = A - C - R.$$

Если величина прогнозного преимущества не компенсирует издержки исполнения и риск, то использование прогноза становится экономически бессмысленным.

Теорема 1.

Если

$$A \leq C + R,$$

то

$$GAVF \leq 0.$$

Доказательство

Подставим условие теоремы в определение показателя:

$$GAVF = A - C - R.$$

Так как

$$A \leq C + R,$$

то

$$A - C - R \leq 0.$$

Следовательно,

$$GAVF \leq 0.$$

Теорема доказана.

Полученный результат показывает, что даже статистически значимый прогноз не обязательно обладает инвестиционной ценностью. Если ожидаемое преимущество модели оказывается меньше совокупных издержек и риска, инвестор не получает экономического выигрыша от использования данного сигнала.

Данное утверждение особенно важно для высокочастотных и краткосрочных стратегий, где потенциальная прибыль на сделку сопоставима с величиной спреда, комиссий и проскальзывания.

4.2. Влияние рыночных фрикций на показатель GAVF

В реальных условиях финансового рынка транзакционные издержки формируются несколькими компонентами [13-15]:

$$C = S + K + L + I,$$

где: S – спред, K – комиссии, L – проскальзывание, I – рыночный импакт.

Тогда показатель игровой ценности прогноза принимает вид:

$$GAVF = A - (S + K + L + I) - R.$$

Из данной формулы непосредственно следует зависимость GAVF от рыночных фрикций.

Теорема 2.

При прочих равных условиях увеличение спреда, комиссий, проскальзывания или рыночного импакта приводит к уменьшению значения показателя GAVF.

Доказательство

Вычислим частные производные показателя GAVF:

$$\frac{\partial GAVF}{\partial S} = -1, \frac{\partial GAVF}{\partial K} = -1, \frac{\partial GAVF}{\partial L} = -1, \frac{\partial GAVF}{\partial I} = -1.$$

Все производные отрицательны.

Следовательно, увеличение любого компонента транзакционных издержек уменьшает величину показателя GAVF.

Теорема доказана.

Полученный результат имеет важное практическое значение. Даже высокоточный прогноз может потерять инвестиционную ценность при ухудшении ликвидности рынка, расширении спредов или увеличении рыночного импакта. Поэтому оценка качества прогнозных моделей

должна осуществляться не только по статистическим критериям, но и с учетом условий исполнения сделок.

4.3. Численный пример оценки GAVF

Для иллюстрации практического применения предложенного показателя рассмотрим условный прогнозный сигнал на рынке акций [14, 15].

Пусть прогнозная модель обеспечивает ожидаемое преимущество над случайным выбором на уровне

$$A = 1.5\%.$$

Транзакционные издержки инвестора состоят из следующих компонентов: спред $S = 0.3\%$, комиссии $K = 0.1\%$, проскальзывание $L = 0.4\%$, рыночный импакт $I = 0.2\%$.

Тогда совокупные издержки составляют:

$$C = S + K + L + I = 1.0\%.$$

Предположим, что риск-поправка равна:

$$R = 0.3\%.$$

Тогда показатель игровой ценности прогноза принимает значение:

$$GAVF = A - C - R = 1.5 - 1.0 - 0.3 = 0.2\%.$$

Поскольку $GAVF > 0$, использование данного прогнозного сигнала является экономически оправданным.

Рассмотрим теперь ситуацию ухудшения рыночных условий, при которой проскальзывание возрастает до $L = 0.8\%$.

В этом случае совокупные издержки становятся равными

$$C = 0.3 + 0.1 + 0.8 + 0.2 = 1.4\%.$$

Тогда:

$$GAVF = 1.5 - 1.4 - 0.3 = -0.2\%.$$

Следовательно, несмотря на неизменное качество прогноза, его инвестиционная ценность становится отрицательной вследствие роста издержек исполнения.

Полученный пример демонстрирует, что статистическая точность прогноза сама по себе не гарантирует экономической эффективности инвестиционного решения. Ключевым фактором является соотношение между прогнозным преимуществом и затратами на его реализацию.

5. Заключение

В статье предложен показатель GAVF, предназначенный для оценки экономической полезности прогнозов на финансовом рынке. В отличие от традиционных метрик качества прогнозирования, новый показатель учитывает не только информационное преимущество модели, но и транзакционные издержки, риск, ликвидность и рыночный импакт.

Получено необходимое условие положительности GAVF, показывающее, что статистически значимый прогноз может не обладать инвестиционной ценностью, если ожидаемое преимущество не компенсирует совокупные издержки исполнения и риск. Кроме того, доказано, что увеличение спреда, комиссий, проскальзывания и рыночного импакта приводит к монотонному снижению значения показателя.

Предложенный подход позволяет перейти от оценки точности прогнозов к оценке их способности создавать экономический выигрыш для инвестора и может использоваться в качестве критерия сравнения прогнозных моделей, а также основы для разработки адаптивных инвестиционных стратегий в условиях реального финансового рынка. Тем самым объединяются результаты исследований в области финансового прогнозирования [1-5], теории игр [6-10] и микроструктуры финансовых рынков [13-15].

Ограничением предложенного подхода является необходимость корректной оценки риск-поправки и транзакционных издержек, величина которых может изменяться в зависимости от рыночного режима.

Практическая значимость предложенного подхода заключается в возможности использования показателя GAVF в качестве фильтра торговых сигналов. Прогнозные модели могут демонстрировать высокие значения традиционных метрик качества, однако применение критерия GAVF позволяет выявлять только те сигналы, которые сохраняют положительную экономическую ценность после учета транзакционных издержек и риска. Это особенно важно для алгоритмической торговли и высокочастотных инвестиционных стратегий.

Литература

1. Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
2. Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
3. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
4. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.
5. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794.
6. Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
7. Nash, J. F. (1951). Non-cooperative games. *Annals of Mathematics*, 54(2), 286–295.
8. Wald, A. (1950). *Statistical Decision Functions*. New York: Wiley.
9. Hurwicz, L. (1951). Optimality criteria for decision making under ignorance. *Cowles Commission Discussion Paper*, Statistics No. 370.
10. Germeier, Yu. B. (1976). *Games with Non-Opposing Interests*. Moscow: Nauka.
11. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291.
12. Thaler, R. H. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4(3), 199–214.
13. Harris, L. (2003). *Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. Oxford University Press.
14. Kissell, R. (2014). *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*. Academic Press.
15. Almgren, R., & Chriss, N. (2001). Optimal execution of portfolio transactions. *Journal of Risk*, 3(2), 5–39.

The Gaming Value of a Forecast Signal in the Financial Market: The GAVF Indicator and Conditions for Its Positivity

Kutuev T.N.

Saint Petersburg State University of Economics

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article proposes and theoretically substantiates an indicator of the gaming investment value of a forecast signal in the financial market – GAVF. Unlike traditional forecasting quality metrics (Hit Rate, MAE, RMSE, and others), which assess the statistical correspondence of the forecast to the actual price movement, the GAVF indicator is aimed at determining the economic feasibility of using the forecast in investment decision-making. The developed approach is based on the game-theoretic representation of the interaction between the investor and the market, in which the forecast is considered as an informational signal, and the result of its use depends not only on the prediction accuracy, but also on transaction costs, liquidity, market impact, risk, and the investor's alternative behavior strategy. The GAVF criterion is formalized as the difference between the expected gain from using a predictive signal and the total costs of its implementation, taking risk adjustment into account. Conditions for the positivity of the indicator are obtained, and it is proven that a statistically significant forecast may not have investment value if the level of predictive advantage is insufficient or if execution costs are high. It is theoretically shown that an increase in spreads, commissions, slippage, and market impact leads to a monotonic decrease in the GAVF value. The results of the study form the basis for assessing the economic usefulness of predictive models and for developing rules for making investment decisions under market frictions.

Keywords: game theory, financial market, investment decisions, forecasting financial time series, forecast signal, economic value of the forecast, GAVF, transaction costs, liquidity, market impact, risk, investor behavior.

References

1. Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
2. Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
3. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
4. Breiman, L. (2001). Random forests. *Machine Learning*, 45(1), 5–32.
5. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794.
6. Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
7. Nash, J. F. (1951). Non-cooperative games. *Annals of Mathematics*, 54(2), 286–295.
8. Wald, A. (1950). *Statistical Decision Functions*. New York: Wiley.
9. Hurwicz, L. (1951). Optimality criteria for decision making under ignorance. *Cowles Commission Discussion Paper*, Statistics No. 370.
10. Germeier, Yu. B. (1976). *Games with Non-Opposing Interests*. Moscow: Nauka.
11. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291.
12. Thaler, R. H. (1985). Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4(3), 199–214.
13. Harris, L. (2003). *Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. Oxford University Press.
14. Kissell, R. (2014). *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*. Academic Press.
15. Almgren, R., & Chriss, N. (2001). Optimal execution of portfolio transactions. *Journal of Risk*, 3(2), 5–39.

Компаративный анализ банковских секторов финансовых рынков России и Беларуси

Мешкова Елена Ивановна
к.э.н., доцент, доцент кафедры банковского дела и монетарного регулирования, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, eimeshkova@fa.ru,

Кукса Оксана Александровна
к.э.н., доцент, доцент кафедры банковского бизнеса и финансовых технологий, Белорусский государственный университет, KuksaOA@bsu.by,

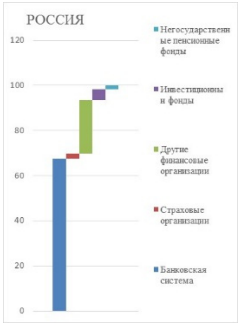
Тимошенко Дарья Дмитриевна
студент, Белорусский государственный университет, 26000004@edu.fa.ru

Актуальность исследования определяется значимостью банковского сектора для развития национальных экономик России и Беларуси. Предметом исследования являются ключевые параметры банковских систем стран Союзного государства как основных сегментов финансового рынка. Помимо анализа классических показателей деятельности банковских секторов, авторы предлагают к обсуждению вопросы доверия к банкам, исследование инфляционных трендов. Целью публикации является поиск сильных сторон банковских систем стран Союзного государства и определение отдельных направлений их развития. Научные результаты состоят в выявлении общих черт и различий банковских систем России и Беларуси на макро- и микроуровне. Представлена авторская оценка уровня транспарентности политики Банка России и Национального банка Республики Беларусь в соответствии с индексом Эйффенгера-Гераатс.
Ключевые слова: регулятор, мегарегулятор, финансовый рынок, банковская система, банк, доверие, инфляционные ожидания, инфляционные настроения, инфляция, ценовая стабильность, транспарентность.

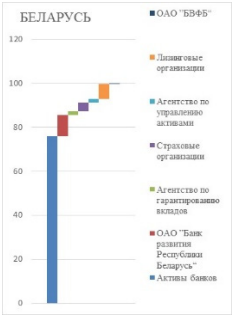
Введение

Экономики России и Беларуси имеют общие культурно-исторические истоки, много схожего и в то же время значительные различия, которые проявляются и в банковских системах.

Стабильность национальной экономики, уровень инвестиционной активности и устойчивость финансовой системы во многом зависит от стабильности и эффективности банковского сектора. Этот тезис особенно актуален для экономик с историческим преобладанием банков на финансовом рынке. Данные рисунков 1-2 свидетельствуют о значительном преобладании активов банковского сектора на финансовом рынке рассматриваемых стран: в России на долю банков приходится более 67% активов финансовых организаций, в Республике Беларусь доля банков в активах финансового сектора еще выше – более 76%.



Источник: составлено автором на основе данных Банка России [1]
Рисунок 1. Структура финансовых активов институционального сектора «Финансовые организации» финансового счёта Российской Федерации по состоянию на 01.01.2026 (%)



Источник: составлено авторами по данным Аналитического обозрения «Финансовая стабильность в Республике Беларусь»[2]
Рисунок 2. Структура активов финансового сектора Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2026 (%)

Банковские системы Республики Беларусь и Российской Федерации на протяжении длительного периода развиваются в условиях тесных экономических связей и углубляющейся интеграции, что также находит отражение в расширении сотрудничества между финансовыми институтами. В то же время банковская система каждой из стран сформировала свою собственную модель функционирования.

В последние годы сравнительный анализ отдельных вопросов функционирования банковских систем России и Беларуси активно привлекает исследователей. Прежде всего, получили развитие вопросы проведения денежно-кредитной политики центральных банков [3], особое внимание уделено перспективам и особенностям внедрения цифровых валют центральных банков [4].

Целью настоящей работы является сравнение отдельных ключевых характеристик российской и белорусской банковских систем на макро- и микроуровнях для выявления их сильных сторон и резервов к развитию.

Тип банковской системы, организация регулирования и роль центральных банков

В Республике Беларусь и Российской Федерации действуют двухуровневые банковские системы, где на первом уровне находится Национальный банк Республики Беларусь (НБРБ) и Центральный банк Российской Федерации (Банк России) соответственно. Второй уровень представлен коммерческими банками.

В Российской Федерации с 2013 года Центральный банк (Банк России, ЦБРФ) выступает мегарегулятором. Мегарегулятор осуществляет надзор, регулирование и развитие всех секторов финансового рынка. В Беларуси сформировалась и реализуется секторальная модель с элементами двухпикового регулирования при этом, Центральный банк Республики Беларусь – Национальный банк Республики Беларусь (НБРБ) отвечает за банковский сектор, НКФО, сектор некредитных финансовых организаций. Вследствие особенностей моделей регулирования существуют различия и в целеполагании центральных банков России и Беларуси, что иллюстрируют данные таблицы 1.

Таблица 1.

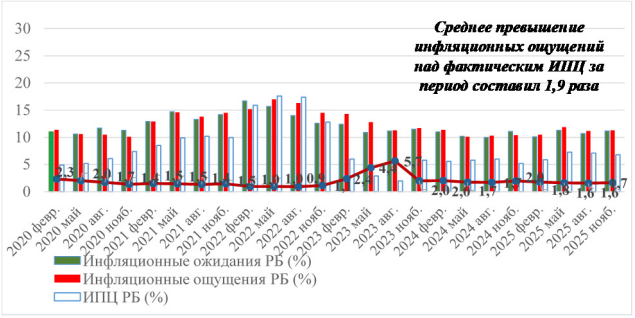
Цели деятельности центральных банков России и Беларуси

Цели деятельности Банка России	Основные цели деятельности Национального банка Республики Беларусь
Защита и обеспечение устойчивости рубля	Поддержание ценовой стабильности
Развитие и укрепление банковской системы Российской Федерации	Обеспечение финансовой стабильности
Обеспечение стабильности и развитие национальной платежной системы	
Развитие финансового рынка и обеспечение его стабильности	
Получение прибыли не является целью центральных банков стран	

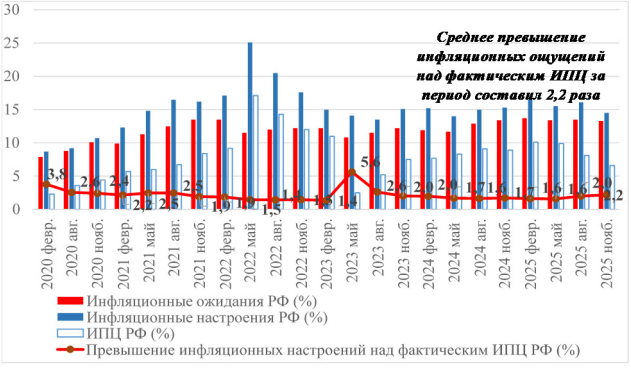
Источник: составлено авторами на основе ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)» и Банковского кодекса Республики Беларусь.

Существуют особенности и сходства в правовом статусе центральных банков России и Беларуси. Статус Банка России и НБРБ характеризуется сочетанием институциональной независимости и формализованной подотчётности. Ключевыми отличиями в статусе Банка России и НБРБ является то, что Банк России не является органом государственной власти, а НБРБ им является. Однако, российский мегарегулятор поясняет, что полномочия Банка России по своей правовой природе относятся к функциям государственной власти, так как их реализация предполагает применение мер государственного принуждения.

В процессе контроля над инфляционными тенденциями важными факторами для мониторинга и управления выступают инфляционные ожидания и инфляционные ощущения населения. На рисунках 3 и 4 видим, что инфляционные тенденции в Беларуси более сдержанные, чем в России. В целом в обеих странах имеется тенденция превышения инфляционных ощущений и настроений населения над фактическим уровнем инфляции: В Беларуси – в 1,9 раза в среднем за 5 лет, в России – в 2,2 раза.



Источник: официальная статистика НБРБ [5]
Рисунок 3. Инфляционные тренды в Республике Беларусь с 2020 по 2025гг.



Источник: официальная статистика Банка России [6]
Рисунок 4. Инфляционные тренды в Российской Федерации с 2020 по 2025гг.

В разрывах инфляционных настроений и фактических показателей ИПЦ можно найти необходимость повышения доверия экономических агентов к регуляторам и проводимой ими монетарной политике [12]. Доверию к регуляторам также способствует их независимый статус. Ключевыми элементами правового статуса центральных банков стран мира является принцип независимости. И Банк России, и НБРБ соответствуют этому принципу, поскольку действуют как особые публично - правовые институты, обладающие исключительным правом денежной эмиссии и организации денежного обращения.

Особенно важным аспектом деятельности центральных банков стран мира выступает транспарентность их деятельности и проводимая регуляторами коммуникационная политика. Предпримем попытку оценить уровень транспарентности политики Банка России и Национального банка Республики Беларусь по методике Эйффенгера-Гераатс [7], результаты такой оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2
Авторская оценка уровня транспарентности политики Банка России и Национального банка Республики Беларусь в соответствии с индексом Эйффенгера-Гераатс (в баллах)

Переменная индекса	Критерий	НБРБ		Банк России	
		Комментарий	Оценка	Комментарий	Оценка
Political transparency/ Политическая транспарентность	Открытость формулировки цели	Есть	1	Есть	1
	Количественное значение цели ДКП	Есть	1	Есть	1
	Взаимодействие между центральным банком и Правительством	Есть с учетом приоритета целей	0,5	Есть с учетом приоритета целей	0,5
Economic transparency/ Экономическая транспарентность	Публикация экономических данных	Частично	0,5	Частично	0,5
	Раскрытие макроэкономических моделей	Нет	0	Частично	0,5
	Публикация макроэкономических прогнозов	Нет	0	Частично	0,5
Procedural transparency/ Процедурная транспарентность	Раскрытие правил или механизмов реализации ДКП	Есть	1	Есть	1
	Объяснение решений	Есть	1	Есть	1
	Публикация протоколов заседаний по ДКП с результатами голосования	Нет	0	Нет	0
Policy transparency/ Информационная транспарентность	Оперативность обнародования решений о мерах или смене целей ДКП	Есть	1	Есть	1
	Разъяснения при обнародовании решений в ДКП	Есть	1	Есть	1
	Оглашение прогнозов в ДКП после заседаний	Есть	1	Есть	1
Operational transparency/ Операционная транспарентность	Регулярный отчет о достижении операционных целей	Частично	0,5	Есть	1
	Регулярность представления информации об изменении макроэкономических параметров	Частично	0,5	Частично	0,5
	Регулярный отчет о результатах ДКП	Есть	1	Есть	1
Итог:		10		11,5	

Источник: разработка авторов на основании [7]

Экспертная оценка уровня транспарентности Банка России и Национального банка Республики Беларусь в соответствии с индексом Эйффенгера-Гераатс авторов показала, что у обоих центральных банков достаточно высокий уровень транспарентности: 11,5 и 10 баллов соответственно из 15 возможных. Уровень транспарентности Банка России несколько выше за счет частичного раскрытия макроэкономических моделей, публикации прогнозов и более детальной коммуникации с заинтересованным сообществом экономических агентов относительно результатов принимаемых решений в области ДКП.

В период санкционных противостояний, международной геополитической напряженности вопрос развития транспарентности регуляторов и отдельных бизнесов является неоднозначным. Однако, и снижение транспарентности влечет риски доверия со стороны широкого круга экономических субъектов. Доверие к регуляторам в частности и экономике в целом также косвенно выражается в разрыве реальных показателей ИПЦ с инфляционными настроениями населения и бизнеса, отраженных на рисунках 3 и 4. Вопросы доверия в обществах и экономиках занимают многих исследователей и исследовательские группы по всему миру. Приведем некоторые широко известные проекты в области исследования вопросов доверия: Всемирный обзор ценностей WVS (World Value Survey), The European Values Study (EVS), EMU Consumer Confidence, индекс доверия потребителей, EMU, Industry Confidence, индекс делового доверия бизнеса, Барометр доверия Эдельмана (Edelman Trust Barometer), Digital trust (McKinsey) и др.

Российские исследователи, ученые из МГУ и Финансового университета при Правительстве Российской Федерации активно изучают вопросы доверия в экономике. Президент АРБ, академик РАН, Гарегин Тосунян, соруководитель Научно-консультативного совета ООН РАН по правовым, психологическим и социально-экономическим проблемам общества заявил о коллективной подготовке программы формирования «общества доверия»[8].

Вопросы доверия в экономике активно исследуются и в Беларуси [9, 10 и др.]. Важность доверия в экономике признана в документах государственного уровня, например, в Стратегии повышения доверия к национальной валюте до 2035 года, утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь и Национального банка Республики Беларусь № 1/1 от 03.01.2020 года. Одной из актуальных попыток измерения уровня доверия к экономике Беларуси является представленный к дискуссии авторский индекс доверия [10]. Высокий уровень доверия к регуляторам помогает «заякорить» инфляционные ожидания населения. В таком случае центральным банкам легче достигнуть целевые показатели, проводить ДКП.

Имеющиеся сопоставимые данные о доверии к банкам в Беларуси и России согласно данным World Values Survey, представленные в таблице 3, интересны, но не вполне актуальны.

Таблица 3

Данные по уровню доверия к банкам в России и Беларуси согласно World Values Survey (Wave 7: 2010-2014) (% от опрошенных)

№	Опросник WVS	Средний уровень по всем странам-участницам проекта	Беларусь	Россия
1.	Очень высокое доверие к банкам	16,7	11,3	5,6
2.	Достаточно высокое доверие к банкам	36,6	39,7	32,7
3.	Очень и достаточно высокое доверие к банкам	53,3	51	38,3

Примечание: составлено на основе данных World Values Survey.

Опросов в сфере доверия к финансово-банковскому сектору в Беларуси в открытом доступе нет в отличие от России. В данном случае можно применить индексы доверия, основанные на косвенных экономических показателях [9, 10, 12].

Институциональная и финансовая характеристика банковского сектора

Говоря о втором уровне банковской системы, следует дать краткую институциональную характеристику банковского сектора. В России за пять лет – с 2020 по 2026 количество кредитных организаций сократилось с 402 до 306 институтов; в Беларуси за тот же период – с 24 до 21 соответственно.

На банковских рынках стран с разной скоростью и масштабом происходят процессы оптимизации структуры игроков. Однако нельзя напрямую сравнивать количество банков в таких разных по масштабу странах. Воспользуемся, например, идеей равновесного количества банков для экономики. Используя одну из методик [11], рассчитаем равновесное количество банков для России и Беларуси на основании актуальных макроэкономических показателей (Рисунок 5, 6):

$$\ln(N_B) = 0{,}4051 \times \ln(GDP) + 0{,}1337 \times \ln(D_{Popul}) + 1{,}5247,$$

где N_B — количество банков; GDP — ВВП в млн. долларов США; D_{Popul} — плотность населения.

Источник: составлено авторами на основе данных Банка России и НБРБ

Рисунок 5 - Равновесное и фактическое количество банков в Беларуси

Рисунок 6 - Равновесное и фактическое количество банков в России

Согласно данной методике [9], в Российской Федерации фактическое количество банков превышает равновесное значение в два раза, наблюдается устойчивая тенденция к сближению фактического и равновесного значений. В Республике Беларусь наблюдается обратная ситуация, когда равновесное значение банков превышает фактическое более, чем в 2 раза. Однако, в данном вопросе более важные критерии достаточности банков – удовлетворенность внутреннего спроса на банковские услуги и продукты, высокие уровень качества обслуживания клиентов, стабильность сектора, подконтрольность рисков, содействие инвестиционной активности, экономическому развитию страны, международному сотрудничеству и имплементация НТП.

В обеих странах выделяются системно значимые банки, которые представляют крупнейшие кредитные организации, деятельность которых имеет критическое значение для стабильности всей финансовой системы.

В Республике Беларусь выделяется две группы перечня системно-значимых банков. Методика определения системно значимых банков разработана на основе стандартов Базельского комитета по банковскому надзору с учетом особенностей белорусской банковской системы. Национальный Банк Республики Беларусь ежегодно пересматривает данный перечень и корректирует его в соответствии с размером активов, объемом привлеченных средств и значимостью для национальной экономики. На долю банков Групп значимости I и II приходится около 95% активов всего банковского сектора Беларуси.

Аналогично Нацбанку, Банк России ежегодно пересматривает и обновляет список системно значимых кредитных организаций, а также устанавливает особый контроль за их деятельностью со своей стороны, так как стабильность системно-значимых банков напрямую влияет на экономику страны. В перечень системно-значимых кредитных организаций России включены 11 крупнейших банков, которые не подразделяются на группы значимости, на долю этих банков приходится около 80% активов всего банковского сектора России.

Для системно-значимых банков в России и Беларуси применяется буфер системной значимости – надбавка к значению норматива достаточности капитала. Его цель — снизить риск негативного воздействия на банковскую систему при ухудшении финансового состояния системно значимой кредитной организации. В зависимости от группы значимости банка в Беларуси значения буфера разные. Для банков I группы значимости – 1,5%, а для банков II группы значимости – 1%. В России для всех системно-значимых кредитных организаций – 1%, однако рассматривается предложение о возможности установления с 2028 года дифференцированных надбавок системной значимости.

Институциональный состав и емкость банковских сегментов России и Беларуси различаются, о чем свидетельствуют данные таблицы 4.

Таблица 4

Отдельные показатели деятельности банковских систем стран Союзного государства (по состоянию на 01.01.2026г.)

	Активы банков/ВВП, %	Прибыль банков/ВВП, %	Чистая прибыль, млрд $	ROA, %	ROE, %
Россия	98,8	1,73	47,4	0,19	23,2
Беларусь	55,8	1,55	1,53	2,93	18,95

Источник – собственная разработка на основе официальных данных Банка России и НБРБ

Одним из важных показателей развития банковской системы является отношение активов банков к ВВП, характеризующее степень финансового проникновения в экономику. В России данный показатель достигает 98,8 %, тогда как в Беларуси составляет 55,8 %, что позволяет сделать вывод о более высокой роли банковского сектора в российской экономике и на существующий потенциал для дальнейшего расширения банковской деятельности в Беларуси. Показатели прибыли банковского сектора относительно ВВП в обеих странах близки. Если говорить о ключевом показателе финансовой устойчивости банковского сектора, то уровень достаточности собственного капитала по банкам Беларуси существенно выше - в среднем составляет 19,2% против 13,2% по банковскому сектору России. Следует обратить внимание и на большую открытость НБРБ относительно Банка России в части показателей финансовой устойчивости банковского сектора: на сайте НБРБ представлены в динамике показатели финансовой устойчивости (ПФУ), а «Обзор деятельности и характеристика устойчивости функционирования банков Республики Беларусь» [13] содержит помимо стандартных показателей и соотношение доступного и экономического капитала.

Относительно внедрения цифровых валют центральные банки России и Беларуси взяли одинаковый курс, внедрение белорусского цифрового рубля идёт с некоторым временным лагом с учетом российской практики.

Заключение

Проведенный анализ показал, что банковские системы Республики Беларусь и Российской Федерации имеют схожую двухуровневую структуру и выполняют ключевую роль в обеспечении стабильности национальных экономик. Банковские системы стран различаются по масштабам деятельности, уровню развития и моделям регулирования. Российская банковская система характеризуется более высокой степенью финансового проникновения в экономику. Для обеих стран характерна тенденция, направленная на повышение устойчивости и качества банковского сектора. Важным фактором развития банковского сектора выступает банковское регулирование и надзор, основанные на риск-ориентированном подходе. Значительное внимание как в Беларуси, так и в России уделяется цифровой трансформации финансовой сферы, включая внедрение цифрового рубля. Несмотря на различия в масштабах и отдельные институциональные особенности, банковские системы Беларуси и России развиваются в схожем направлении, ориентируясь на повышение устойчивости, эффективности и дальнейшую интеграцию финансовых рынков двух государств.

Перед центральными банками России и Беларуси стоит задача контроля инфляционных процессов, снижения инфляционных ожиданий и настроений экономических агентов. В данном аспекте есть резерв для большей оперативности мониторинга инфляционных ощущений и ожиданий населения. На данный момент они осуществляются на ежеквартальной основе в Беларуси и на ежемесячной - в России. Использование цифровых валют центральных банков даст самую оперативную картину сопутствующих тенденций. Однако, на данный момент можно использовать и альтернативные высоко чувствительные цифровые инструменты мониторинга, технологии AI.

Транспарентность и коммуникационная политика центральных банков стран Союзного государства развивается в сторону большей доступности и адресности для различных сегментов пользователей с целью укрепления доверия к самим центральным банкам и проводимой ими политике. Для Национального банка Республики Беларусь может быть полезен опыт Банка России в раскрытии макроэкономических моделей и более детальной коммуникации с заинтересованным сообществом экономических агентов относительно результатов принимаемых решений в области денежно-кредитной политики.

Банковский сектор Беларуси имеет существенный резерв в сторону наращивания глубины, увеличения доли активов сектора в ВВП страны. Банковский сектор России по данному показателю ближе к значению стран с развитой экономикой.

Также авторы солидарны с академиком Тосуняном в том, что финансовый и банковский рынок имеют высокий потенциал как в укреплении доверия в странах Союзного государства, так и в обратных процессах.

Литература

1. Финансовые счета и балансы финансовых активов и обязательств системы национальных счетов Российской Федерации / Банк России: официальный сайт. – URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/fafbs/
2. Аналитическое обозрение "Финансовая стабильность в Республике Беларусь" / Национальный Банк Республики Беларусь: официальный сайт. – URL: https://www.nbrb.by/publications/finstabrep
3. Головенчик Г., Гречко В. Сравнительный анализ концепций цифровых валют Народного Банка Китая, Банка России, оценка их применимости в Республике Беларусь // Банковский вестник. − 2023. № 2 (715). − С. 52-63.
4. Наварич А.А., Косарева А.В. Цифровые валюты центральных банков России и Беларуси: сравнительный анализ и перспективы внедрения. В сборнике: Российская наука в современном мире. Сборник статей LXXIV международной научно-практической конференции. Москва, 2025. С. 431-432.
5. Квартальный обзор инфляции за I квартал 2026 года. / Национальный Банк Республики Беларусь: официальный сайт. – URL: https://www.nbrb.by/mp/inflation/quarterly
6. Инфляционные ожидания. Банк России: официальный сайт. – URL: https://www.cbr.ru/analytics/dkp/inflationary_expectations/
7. Eijffinger S.C.W., Geraats P.M. How transparent are central banks? // European Journal of Political Economy. 22 (2006). P. 121.
8. Аналитика и комментарии. Национальный банковский журнал. URL: https://nbj.ru/publs/prezident_arb_akademik_ran_garegin_tosunya/72679/
9. Кукса, О.А. К вопросу измерения уровня доверия к отечественной экономике / О.А. Кукса // Экономика и банки : научно-практический журнал. – 2023. – № 1. – С. 3 –12.
10. Теляк, О.А. О феномене доверия на примере экономик стран Союзного государства / О.А. Теляк, Н.В. Покровская // Экономика и банки : научно-практический журнал. − 2022. − № 1. − С. 3-11.
11. Дмитриева Е.Н., Дмитриев Д.А. Международные закономерности равновесного количества банков // Банковский вестник. − 2011. – №22. – С. 39 – 42.
12. Кукса, О.А. Инфляционные ожидания населения как индикатор доверия к монетарным властям / О.А. Кукса // Экономика и банки : научно-практический журнал. – 2026. – № 1. – С. 61 –69.
13. Показатели финансовой устойчивости / Национальный Банк Республики Беларусь: официальный сайт. – URL: https://www.nbrb.by/statistics/financialcapability

Comparative Analysis of the Banking Sectors of the Financial Markets of Russia and Belarus

Meshkova E.I., Kuksa O.A., Timoshenko D.D.

Financial University under the Government of the Russian Federation, Belarusian State University

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The relevance of the study is determined by the significance of the banking sector for the development of the Russia and Belarus national economies. The subject of the study is the key parameters of the banking systems of the Union State countries as the main segments of the financial market. In addition to the analysis of classical performance indicators of the banking sectors, the authors propose for discussion the issues of trust in banks and the study of inflationary trends. The aim of the publication is to identify the strengths of the banking systems of the Union State countries and to determine certain directions for their development. The scientific results consist in identifying common features and differences between the banking systems of Russia and Belarus at the macro and micro levels. The authors present their own assessment of the transparency level of the policy of the Bank of Russia and the National Bank of the Republic of Belarus in accordance with the Eijffinger-Geraats index.

Keywords: regulator, mega-regulator, financial market, banking system, bank, trust, inflation expectations, inflation sentiment, inflation, price stability, transparency.

References

1. Financial Accounts and Balance Sheets of Financial Assets and Liabilities of the System of National Accounts of the Russian Federation. Bank of Russia: official website. URL: https://www.cbr.ru/statistics/macro_itm/fafbs/
2. Analytical Review "Financial Stability in the Republic of Belarus." National Bank of the Republic of Belarus: official website. URL: https://www.nbrb.by/publications/finstabrep
3. Golovenchik, G. and Grechko, V. (2023) Comparative Analysis of the Concepts of Digital Currencies of the People's Bank of China and the Bank of Russia, Assessment of Their Applicability in the Republic of Belarus. Banking Bulletin, 2(715), pp. 52-63.
4. Navarich, A.A. and Kosareva, A.V. (2025) Digital Currencies of Central Banks of Russia and Belarus: Comparative Analysis and Implementation Prospects. In: Russian Science in the Modern World: Collection of Articles of the LXXIV International Scientific and Practical Conference. Moscow, pp. 431-432.
5. Quarterly Inflation Review for Q1 2026. National Bank of the Republic of Belarus: official website. URL: https://www.nbrb.by/mp/inflation/quarterly
6. Inflationary Expectations. Bank of Russia: official website. Available at: https://www.cbr.ru/analytics/dkp/inflationary_expectations/
7. Eijffinger, S.C.W. and Geraats, P.M. (2006) How transparent are central banks? European Journal of Political Economy, 22, p. 121.
8. Analytics and Comments. National Banking Journal. URL: https://nbj.ru/publs/prezident_arb_akademik_ran_garegin_tosunya/72679
9. Kuksa, O.A. (2023) On the Issue of Measuring the Level of Trust in the Domestic Economy. Economics and Banks: Scientific and Practical Journal, 1, pp. 3-12.
10. Telyak, O.A. and Pokrovskaya, N.V. (2022) On the Phenomenon of Trust on the Example of the Economies of the Union State Countries. Economics and Banks: Scientific and Practical Journal, 1, pp. 3-11.
11. Dmitrieva, E.N. and Dmitriev, D.A. (2011) International Patterns of the Equilibrium Number of Banks. Banking Bulletin, 22, pp. 39-42.
12. Kuksa, O.A. (2026) Population's Inflationary Expectations as an Indicator of Trust in Monetary Authorities. Economics and Banks: Scientific and Practical Journal, 1, pp. 61-69.
13. Financial Soundness Indicators. National Bank of the Republic of Belarus: official website. URL: https://www.nbrb.by/statistics/financialcapability

Финансовое обеспечение корпоративного сектора Республики Беларусь в условиях интеграционного взаимодействия с Российской Федерацией

Пузанкевич Ольга Антоновна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры налогов и налогообложения, Белорусский государственный экономический университет, olga.bseu@gmaul.com

В статье рассматривается финансовое обеспечение корпоративного сектора Республики Беларусь в условиях интеграционного взаимодействия с Российской Федерацией. Обосновано значение внутренних, заемных, привлеченных и интеграционных источников формирования ресурсной базы организаций. Особое внимание уделено инвестиционным ограничениям развития корпоративного сектора, роли российско-белорусского финансово-инвестиционного взаимодействия, а также перспективам расширения долгосрочного финансирования, производственной кооперации и совместных инвестиционных проектов.

Ключевые слова: корпоративный сектор, финансовое обеспечение, инвестиции, финансовые ресурсы, интеграционные механизмы.

Введение

Современный этап развития Республики Беларусь характеризуется одновременным воздействием нескольких групп факторов, определяющих условия функционирования корпоративного сектора. С одной стороны, сохраняется необходимость поддержания устойчивого экономического роста, обновления производства и повышения инвестиционной активности организаций. С другой стороны, санкционное давление, изменение традиционных логистических и финансовых каналов, ограничение доступа к международным рынкам капитала и технологий актуализируют значение внутренних и интеграционных источников финансового обеспечения [1]. В этих условиях развитие корпоративного сектора перестает быть исключительно внутринациональной задачей и приобретает более широкий финансово-институциональный характер.

Корпоративный сектор, объединяющий коммерческие организации различных форм собственности (включая крупные государственные холдинги и частные организации), выступает ключевым звеном аккумулирования финансовых ресурсов экономики. Деятельность данных субъектов обеспечивает создание значительной части добавленной стоимости, концентрацию основного объема производственных активов, а также формирование инвестиционного спроса и потребности в заемном капитале. Для устойчивого развития организаций принципиальное значение имеет способность формировать достаточную ресурсную базу, обеспечивающую расширенное воспроизводство, модернизацию основных средств и технологическое обновление производства.

В данном контексте финансовое обеспечение корпоративного сектора целесообразно рассматривать как совокупность внутренних, заемных, привлеченных и интеграционных источников, используемых организациями для поддержания текущей деятельности и реализации инвестиционных решений. К внутренним источникам относятся прибыль, амортизация, высвобождаемые оборотные средства и иные ресурсы, формируемые в процессе хозяйственной деятельности. Заемные и привлеченные источники включают банковские кредиты, облигационные займы, средства инвесторов, межфирменное финансирование, реинвестированные доходы, прямые и портфельные инвестиции. Интеграционные источники связаны с финансовыми механизмами, возникающими в рамках российско-белорусского сотрудничества: взаимными инвестициями, кредитно-банковской инфраструктурой, промышленной кооперацией, совместными программами, инструментами Союзного государства и формированием элементов общего финансового пространства.

Для Республики Беларусь такая постановка вопроса имеет особую актуальность. Белорусская экономика относится к открытому типу, что обусловливает значимость внешнеэкономического взаимодействия, производственной кооперации и устойчивых связей с рынками сбыта, поставок и инвестиций. В последние годы происходит заметная переориентация финансовых, инвестиционных и торгово-производственных потоков на евразийское и союзное пространство, в рамках которого Российская Федерация выступает не только крупнейшим торговым партнером, но и важнейшим участником формирования финансовой базы развития белорусского корпоративного сектора.

Цель статьи — оценить внутренние финансовые возможности корпоративного сектора Республики Беларусь, выявить инвестиционные ограничения его развития и определить роль российско-белорусского финансово-инвестиционного взаимодействия в расширении ресурсной базы организаций. Логика изложения соответствует цели исследования и предполагает последовательный переход от характеристики исходных финансовых условий развития корпоративного сектора к оценке инвестиционных ограничений, анализу интеграционных механизмов их преодоления и определению перспектив формирования комбинированной модели финансирования.

Финансовые условия развития корпоративного сектора Республики Беларусь в союзном экономическом пространстве

Оценка финансового обеспечения корпоративного сектора требует разграничения внутреннего и интеграционного уровней анализа. Внутренний уровень характеризует способность белорусских организаций формировать собственную ресурсную базу за счет прибыли, амортизационных отчислений и иных источников, возникающих в процессе хо-

зяйственной деятельности. Интеграционный уровень отражает возможности расширения данной базы за счет внешних финансово-инвестиционных связей, прежде всего связанных с российско-белорусским экономическим взаимодействием. Ключевое значение для такой оценки имеют показатели рентабельности, финансовых результатов, инвестиций в основной капитал и структуры источников инвестиционного финансирования: они позволяют судить о достаточности внутренних ресурсов организаций для модернизации основных средств, технологического обновления и поддержания расширенного воспроизводства.

Исходные макроэкономические условия характеризуются сочетанием положительной, но умеренной динамики с ограниченными возможностями самофинансирования. По оперативной оценке, валовой внутренний продукт Республики Беларусь за январь — май 2026 г. составил 118,6 млрд рублей в текущих ценах, или 100,9% к уровню января — мая 2025 г. в сопоставимых ценах; рентабельность продаж за январь — апрель 2026 г. составила 6,4% [2; 3]. Указанные параметры свидетельствуют о сохранении положительной динамики развития экономики, однако прирост ВВП менее одного процента и умеренный уровень рентабельности означают, что прибыль организаций не может рассматриваться как достаточный источник финансирования масштабного инвестиционного развития.

Наличие прибыли и положительной динамики выручки само по себе еще не означает достаточности финансовых ресурсов для модернизации и расширенного воспроизводства. Для организаций реального сектора принципиально то, насколько текущие финансовые результаты трансформируются в основной капитал, обновление оборудования, повышение производительности и развитие производственной инфраструктуры. В условиях внешних ограничений именно инвестиционная составляющая финансового обеспечения становится наиболее чувствительным элементом корпоративного развития.

В этом отношении показательна динамика иностранных инвестиций. За январь — март 2026 г. иностранные инвесторы вложили в реальный сектор экономики Республики Беларусь 3,3 млрд долларов США, при этом поступление прямых иностранных инвестиций составило 2,9 млрд долларов США, или 86,8% всех поступивших иностранных инвестиций. Одновременно организациями Республики Беларусь было направлено за рубеж инвестиций на сумму 2 млрд долларов США, причем на долю прямых инвестиций приходилось 67,3% всех направленных инвестиций [4]. Такая структура показывает, что финансовое обеспечение корпоративного сектора формируется не только за счет внутренних источников, но и благодаря встречным инвестиционным потокам, где особое значение приобретают устойчивые экономические связи с Российской Федерацией.

Российская экономика в рамках настоящей статьи рассматривается не как объект прямого количественного сопоставления с белорусской, а как финансово-инвестиционная и производственная среда, масштаб которой определяет потенциал взаимодействия. По данным Росстата, объем валового внутреннего продукта Российской Федерации за 2025 г. превысил 214 трлн рублей, инвестиции в основной капитал составили около 42,6 трлн рублей; 46,4 тыс. организаций получили прибыль в размере 35 968,5 млрд рублей, а доля прибыльных организаций достигла 72,9% [5—7]. Именно через российский рынок, совместные проекты, кредитно-банковские инструменты и производственную кооперацию для белорусских организаций формируются дополнительные возможности сбыта, привлечения финансовых ресурсов и участия в долгосрочных инвестиционных инициативах.

Следует отметить, что приведенные показатели относятся к разным периодам (январь — май и январь — апрель 2026 г. для Беларуси, 2025 г. для России) и частично основаны на оперативных данных, поэтому они используются не для прямого сопоставления двух экономик, а для характеристики условий, в которых формируется финансовая база белорусского корпоративного сектора.

Наконец, изменяется само содержание союзной интеграции. Если ранее она рассматривалась преимущественно через призму торговли, таможенного регулирования, энергетического сотрудничества и общего рынка товаров, то в современных условиях возрастает значение ее финансово-инвестиционной составляющей: расширения возможностей движения капитала, развития банковских гарантий, реализации совместных инвестиционных проектов, формирования кооперационных производственных цепочек и повышения доступности долгосрочного финансирования [8]. Это позволяет рассматривать финансовое обеспечение корпоративного сектора не только через показатели прибыли, рентабельности и инвестиций внутри национальной экономики, но и через систему интеграционных механизмов, способных расширять ресурсную базу организаций.

Инвестиционные ограничения развития корпоративного сектора Республики Беларусь

Развитие корпоративного сектора связано не только с поддержанием текущей финансовой устойчивости организаций, но и с потребностью в постоянном обновлении производственного аппарата. Для предприятий реального сектора инвестиции в основной капитал выступают ключевым условием модернизации, технологического обновления, повышения производительности и сохранения конкурентоспособности [9]. Вместе с тем возможность финансировать такие вложения за счет внутренних ресурсов во многом определяется уровнем прибыли и рентабельности организаций.

Инвестиционные ограничения корпоративного сектора проявляются прежде всего в несоответствии между масштабом потребности в обновлении основных средств и объемом собственных финансовых ресурсов, которые могут быть направлены на эти цели. При умеренной рентабельности продаж прибыль выполняет функцию базового источника развития, однако не всегда обеспечивает достаточный объем средств для расширенного воспроизводства. В результате инвестиционная активность все в большей степени зависит от сочетания собственных, заемных, привлеченных и интеграционных источников финансирования.

Для количественной оценки данного ограничения в рамках авторских расчетов использовались два показателя: коэффициент инвестиционной активности, характеризующий отношение инвестиций в основной капитал к выручке, и коэффициент расширенного воспроизводства, отражающий соотношение инвестиций в основной капитал и прибыли организаций. Первый показатель отражает, какой объем инвестиций в основной капитал приходится на единицу выручки организаций. Второй характеризует соотношение инвестиций в основной капитал и прибыли, позволяя оценить, в какой мере инвестиционные вложения обеспечиваются внутренним финансовым результатом.

Превышение коэффициентом расширенного воспроизводства уровня 100% означает, что объем инвестиций превышает прибыль и, следовательно, требует привлечения внешних источников. Результаты расчетов по наиболее капиталоемким видам экономической деятельности приведены в таблице 1.

Таблица 1

Коэффициенты инвестиционной активности и расширенного воспроизводства по отдельным видам экономической деятельности Республики Беларусь, 2025 г., %

Вид экономической деятельности	Коэффициент инвестиционной активности (инвестиции / выручка)	Коэффициент расширенного воспроизводства (инвестиции / прибыль)
Промышленность	6,4	250,2
Строительство	2,8	115,7
Транспорт	18,3	244,8

Источник: рассчитано автором на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Расчеты показывают, что во всех трех рассмотренных видах деятельности коэффициент расширенного воспроизводства превышает 100%, то есть прибыль не покрывает объем осуществляемых инвестиций. Наиболее выраженное превышение инвестиций над прибылью наблюдается в промышленности и транспортной деятельности: коэффициент расширенного воспроизводства составляет соответственно 250,2% и 244,8%. Это означает, что объем инвестиций в основной капитал превышает прибыль организаций примерно в 2,5 раза в промышленности и в 2,4 раза в транспортной деятельности, что указывает на высокую потребность в дополнительных источниках финансирования. При этом транспорт характеризуется и максимальной инвестиционной нагрузкой на выручку (18,3%), что отражает капиталоемкость транспортной инфраструктуры и длительные сроки окупаемости вложений.

Строительство демонстрирует иную конфигурацию: при минимальном превышении инвестиций над прибылью (115,7%) уровень инвестиционной активности здесь наиболее низкий (2,8%). Это объясняется меньшей фондоемкостью самой строительной деятельности, однако одновременно может свидетельствовать об ограниченных масштабах обновления собственной производственной базы отрасли. Таким образом, дефицит внутренних источников проявляется в разной форме: в промышленности и транспорте — как разрыв между высокой инвестиционной потребностью и прибылью, в строительстве — как низкая интенсивность инвестирования при незначительном запасе прибыли.

Следовательно, инвестиционные ограничения белорусского корпоративного сектора имеют не только количественный, но и структурный характер. Они связаны с капиталоемкостью производства, необходимостью технологического обновления, высокой значимостью транспорт-

ной и промышленной инфраструктуры, а также ограниченными возможностями самофинансирования при умеренной рентабельности. В этих условиях расширение ресурсной базы требует не только повышения внутренней эффективности организаций, но и активного использования внешних и интеграционных механизмов финансового обеспечения, которые могут выступать не заменой внутренних источников, а их дополнением.

Российско-белорусское финансово-инвестиционное взаимодействие как источник расширения ресурсной базы корпоративного сектора

Выявленные инвестиционные ограничения показывают, что развитие корпоративного сектора Республики Беларусь требует расширения доступа к долгосрочным источникам финансирования, рынкам сбыта, производственной кооперации и совместным инвестиционным программам. В условиях недостаточности внутренних источников самофинансирования особое значение приобретает внешнее финансово-инвестиционное взаимодействие, способное дополнять собственные ресурсы организаций и поддерживать их инвестиционное развитие [10].

Важным проявлением такого взаимодействия является поступление иностранных инвестиций в Республику Беларусь. Их страновая структура позволяет оценить не только общий масштаб привлечения внешнего капитала, но и степень концентрации финансово-инвестиционных связей в союзном экономическом пространстве. Роль Российской Федерации как ключевого внешнего источника инвестиционных ресурсов наглядно проявляется при сопоставлении удельного веса основных стран-инвесторов за 2021—2025 гг. (рисунок 1).

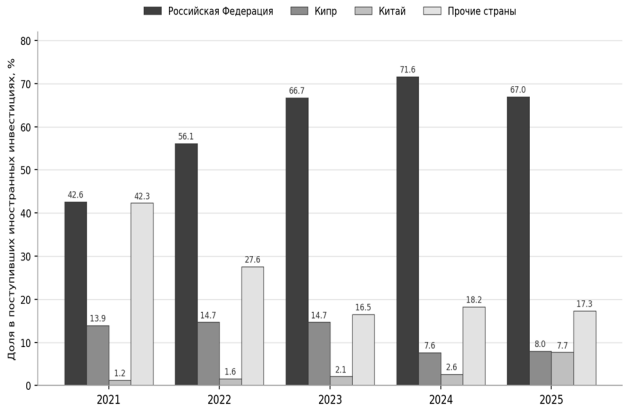


Рисунок 1 — Доля основных стран-инвесторов в поступивших в Республику Беларусь иностранных инвестициях, 2021—2025 гг., % Источник: составлено автором на основе данных Национального статистического комитета Республики Беларусь.

Данные рисунка 1 показывают, что Российская Федерация занимает доминирующее положение в структуре поступивших иностранных инвестиций, причем ее доля устойчиво возрастала: с 42,6% в 2021 г. до 56,1% в 2022 г., 66,7% в 2023 г. и 71,6% в 2024 г. В 2025 г. она несколько снизилась — до 67,0%, оставаясь кратно выше показателей любого другого инвестора. Одновременно доля прочих стран сократилась с 42,3% до 17,3%, а доля Кипра — с 13,9% до 8,0%. Единственным направлением, наращивающим присутствие, стал Китай, доля которого выросла с 1,2% до 7,7%.

Такая динамика свидетельствует о том, что российский капитал выступает не эпизодическим, а системообразующим элементом внешнего финансово-инвестиционного обеспечения белорусского корпоративного сектора. Вместе с тем следует учитывать и обратную сторону этого процесса: концентрация двух третей внешних инвестиционных поступлений на одном направлении повышает чувствительность ресурсной базы организаций к динамике российской экономики, конъюнктуре ее финансового рынка и внешним ограничениям, действующим в отношении обеих стран. Небольшое снижение российской доли в 2025 г. при одновременном росте китайского направления может рассматриваться как признак постепенной диверсификации, которая не отменяет, но дополняет союзный вектор.

Значение российско-белорусского взаимодействия не сводится только к прямому поступлению капитала. В системе финансового обеспечения корпоративного сектора союзная интеграция проявляется через совокупность взаимосвязанных механизмов: инвестиционное взаимодействие, кредитно-банковские инструменты, производственную кооперацию, расширение рыночных возможностей и институциональное сопровождение совместных проектов (рисунок 2).

Рисунок 2 — Интеграционные механизмы финансового обеспечения развития корпоративного сектора Республики Беларусь Источник: разработано автором.

Представленная схема показывает, что финансовое обеспечение корпоративного сектора в условиях союзной интеграции формируется не только за счет инвестиционного взаимодействия, но и через более широкую систему финансово-экономических связей. Интеграционные механизмы обеспечивают доступ не просто к капиталу, они охватывают рынки сбыта, кооперационные цепочки, платежно-расчетные механизмы и инструменты финансовой поддержки. Их практическое значение состоит в том, что они позволяют частично компенсировать ограниченность внутренних источников финансирования, поддерживать инвестиционную активность организаций и формировать условия для реализации долгосрочных проектов в промышленности, на транспорте и в других капиталоемких видах деятельности.

Перспективы финансового обеспечения развития корпоративного сектора Республики Беларусь

Проведенный анализ показывает, что перспективы финансового обеспечения корпоративного сектора связаны с необходимостью сочетания внутренних источников самофинансирования и интеграционных механизмов привлечения ресурсов. Прибыль организаций, амортизационные отчисления и прочие внутренние ресурсы сохраняют значение базовых источников развития, однако при умеренной рентабельности и высокой капиталоемкости ключевых видов деятельности их недостаточно для устойчивого обновления производственного процесса. Соответственно, речь должна идти не о замещении внутренних источников внешними, а о формировании комбинированной модели финансирования, в которой собственные, заемные, привлеченные и интеграционные источники используются взаимодополняющим образом. В рамках такой модели можно выделить четыре основных направления.

Первое направление — расширение долгосрочного финансирования инвестиционного развития. Для корпоративного сектора принципиален доступ не только к ресурсам для поддержания текущей деятельности, но и к источникам, ориентированным на модернизацию основных средств и развитие производственной инфраструктуры. В рамках российско-белорусского взаимодействия это предполагает развитие банковского кредитования, гарантийных механизмов и проектного финансирования, позволяющих организациям привлекать ресурсы под инвестиционные проекты с длительным сроком окупаемости, — прежде всего в промышленности и транспорте, где, как показали расчеты, разрыв между инвестициями и прибылью наиболее велик.

Второе направление — развитие производственной кооперации и совместных инвестиционных проектов. Кооперационные связи между белорусскими и российскими организациями формируют как технологические и сбытовые преимущества, так и более устойчивую финансовую основу деятельности. Участие в совместных производственных программах, импортозамещающих проектах и устойчивых цепочках поставок способствует повышению загрузки производственных мощностей, сбалансированности денежных потоков и снижению зависимости инвестиционного развития от краткосрочных рыночных колебаний.

Третье направление ориентировано на укрепление кредитно-банковских и институциональных инструментов поддержки. К их числу относятся решения, обеспечивающие сопровождение совместных проектов, расширение применения банковских гарантий, повышение устойчивости взаимных расчетов и формирование более предсказуемых условий взаимодействия организаций. Использование таких инструментов

укрепляет доверие между участниками кооперационных и инвестиционных проектов и расширяет возможности участия белорусских организаций в долгосрочных программах.

Четвертое направление — укрепление рыночных позиций белорусских организаций в союзном экономическом пространстве. Доступ к российскому рынку, участие в производственных цепочках и совместных программах создают условия для роста выручки и повышения загрузки предприятий. В этом смысле рынок сбыта выступает не только внешнеэкономическим, но и финансовым фактором: устойчивый спрос на продукцию повышает способность организаций формировать внутренние источники развития и тем самым усиливает их собственную ресурсную базу. Вместе с тем использование возможностей союзного экономического пространства должно сочетаться с сохранением многоканального характера финансового обеспечения корпоративного сектора. Комбинированная модель финансирования предполагает не только применение интеграционных механизмов, но и диверсификацию внешних источников привлечения капитала, а также последовательное повышение внутренней эффективности организаций.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Финансовое обеспечение корпоративного сектора Республики Беларусь целесообразно рассматривать как систему внутренних, заемных, привлеченных и интеграционных источников. Умеренная рентабельность продаж (6,4%) при положительной, но невысокой динамике ВВП ограничивает возможности финансирования инвестиционного развития преимущественно за счет собственных средств.

2. Инвестиционные ограничения имеют структурный характер. Расчеты коэффициентов расширенного воспроизводства и инвестиционной активности за 2025 г. показывают, что в промышленности (250,2%) и на транспорте (244,8%) инвестиции в основной капитал примерно в 2,5 раза превышают прибыль организаций, а в строительстве при минимальном превышении (115,7%) фиксируется наиболее низкая инвестиционная активность (2,8%).

3. Российско-белорусское финансово-инвестиционное взаимодействие выступает системообразующим элементом внешнего финансового обеспечения: доля Российской Федерации в поступивших иностранных инвестициях возросла с 42,6% в 2021 г. до 67,0% в 2025 г. при сокращении доли прочих стран с 42,3% до 17,3%.

4. Интеграционные механизмы не сводятся только к притоку капитала, а включают кредитно-банковские инструменты, производственную кооперацию, расширение рынков сбыта и институциональное сопровождение совместных проектов, дополняя, при этом, не замещая внутренние источники финансирования.

5. Для преодоления выявленных инвестиционных ограничений необходим переход к комбинированной модели финансирования, сочетающей внутренние источники организаций с интеграционными механизмами союзного экономического пространства. Такая модель позволяет увязать текущие финансовые возможности корпоративного сектора с потребностями модернизации, расширенного воспроизводства и участия в долгосрочных инвестиционных проектах.

Литература

1. Рожковская, Е. А. Макрофинансовые и инвестиционные условия структурной адаптации экономики к внешним вызовам и санкционным ограничениям / Е. А. Рожковская // Экономическая безопасность. — 2024. — Т. 7, № 9. — С. 2331–2354. — DOI 10.18334/ecsec.7.9.121675.
2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. О валовом внутреннем продукте в январе – мае 2026 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/o-belstate_2/novosti-i-meropriyatiya/novosti/o_valovom_vnutrennem_produkte_v_yanvare_mae_2026_g/ — Дата доступа: 18.06.2026.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. О финансовых результатах работы организаций на 1 мая 2026 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/o-belstate_2/novosti-i-meropriyatiya/novosti/ — Дата доступа: 18.06.2026.
4. Об иностранных инвестициях в январе — марте 2026 г. [Электронный ресурс] / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/inostrannye-investitsii/operativnye-dannye/press-reliz-ob-inostrannykh-investitsiyakh-v-yanvare-marte-2025-g-/ — Дата доступа: 18.06.2026.
5. Федеральная служба государственной статистики. Росстат представляет вторую оценку ВВП за 2025 год [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/281270 — Дата доступа: 18.06.2026.
6. Федеральная служба государственной статистики. О финансовых результатах деятельности организаций [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/32_11-03-2026.html — Дата доступа: 18.06.2026.
7. Федеральная служба государственной статистики. Инвестиции в России. 2025: статистический сборник [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Invest_2025.pdf — Дата доступа: 18.06.2026.
8. Астратова, Г. В. Союзное государство России и Белоруссии: эффективность развития в новых экономических условиях / Г. В. Астратова // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: https://esj.today/PDF/61ECVN123.pdf
9. Муха, Д.В. Эффективность реализации инвестиционной политики в интересах устойчивого развития /Д.В. Муха// Вестник Института экономики НАН Беларуси - 2023.- Вып.6. С.9-18 DOI: 10.47612/2789-5122-2023-6-9-18.
10. Бабина, А. В. Расширение инвестиционного сотрудничества Республики Беларусь с дружественными странами в рамках Союзного государства, ЕАЭС и СНГ / А. В. Бабина, Н. П. Драгун // Экономика, моделирование, прогнозирование : сборник научных трудов. — Минск, 2025. — Вып. 19. — С. 19–31.

Financial Support for the Corporate Sector of the Republic of Belarus in the Context of Integration with the Russian Federation

Puzankevich O.A.
Belarusian State University of Economics

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article examines the financial support of the corporate sector of the Republic of Belarus in the context of integration cooperation with the Russian Federation. The significance of internal, borrowed, attracted and integration-based sources for forming the resource base of organizations is substantiated. Special attention is paid to investment constraints on the development of the corporate sector, the role of Belarusian-Russian financial and investment cooperation, as well as the prospects for expanding long-term financing, production cooperation and joint investment projects.

Keywords: corporate sector, financial support, investments, financial resources, integration mechanisms.

References

1. Rozhkovskaya, E. A. Macrofinancial and Investment Conditions for Structural Adaptation of the Economy to External Challenges and Sanction Restrictions / E. A. Rozhkovskaya // Economic Security. - 2024. - Vol. 7, No. 9. - Pp. 2331–2354. - DOI 10.18334/ecsec.7.9.121675.
2. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. On the Gross Domestic Product in January–May 2026 [Electronic resource]. - Access mode: https://www.belstat.gov.by/o-belstate_2/novosti-i-meropriyatiya/novosti/o_valovom_vnutrennem_produkte_v_yanvare_mae_2026_g/ - Access date: 18.06.2026.
3. National Statistical Committee of the Republic of Belarus. On the financial results of organizations as of May 1, 2026 [Electronic resource]. — Access mode: https://www.belstat.gov.by/o-belstate_2/novosti-i-meropriyatiya/novosti/ — Access date: June 18, 2026.
4. On foreign investments in January-March 2026 [Electronic resource] / National Statistical Committee of the Republic of Belarus. — Access mode: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/inostrannye-investitsii/operativnye-dannye/press-reliz-ob-inostrannykh-investitsiyakh-v-yanvare-marte-2025-g-/ — Access date: June 18, 2026.
5. Federal State Statistics Service. Rosstat Presents Second Estimate of GDP for 2025 [Electronic Resource]. — Access Mode: https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/281270 — Access Date: 18.06.2026.
6. Federal State Statistics Service. On the Financial Performance of Organizations [Electronic Resource]. — Access Mode: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/32_11-03-2026.html — Access Date: 18.06.2026.
7. Federal State Statistics Service. Investments in Russia. 2025: Statistical Digest [Electronic Resource]. — Access Mode: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Invest_2025.pdf — Access Date: 18.06.2026.
8. Astratova, G. V. The Union State of Russia and Belarus: Development Efficiency in the New Economic Conditions / G. V. Astratova // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - Vol. 15. - No. 1. - URL: https://esj.today/PDF/61ECVN123.pdf
9. Mukha, D. V. Efficiency of Investment Policy Implementation in the Interests of Sustainable Development / D. V. Mukha // Bulletin of the Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus - 2023. - Issue 6. Pp. 9-18 DOI: 10.47612/2789-5122-2023-6-9-18.
10. Babina, A. V. Expansion of investment cooperation of the Republic of Belarus with friendly countries within the framework of the Union State, the EAEU and the CIS / A. V. Babina, N. P. Dragun // Economics, modeling, forecasting: collection of scientific papers. - Minsk, 2025. - Issue 19. - P. 19-31.

Основные тенденции развития систем внутреннего государственного финансового контроля в условиях цифровизации

Скворцов Артем Сергеевич
аспирант, кафедра «Государственных и муниципальных финансов», Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, skvortsov-artem@mail.ru

В данной статье исследуются трансформационные процессы в системе внутреннего государственного финансового контроля, обусловленные масштабным внедрением цифровых технологий в сектор государственного управления. Актуальность работы продиктована необходимостью адаптации контрольно-надзорной деятельности к условиям функционирования цифровой экономики и повышения эффективности использования бюджетных средств. Целью исследования является выявление и теоретическое обоснование ключевых тенденций развития механизмов контроля под влиянием цифровизации.
Методологическую основу составили общенаучные методы анализа, синтеза и системного подхода.
В результате работы определены приоритетные направления модернизации отрасли: переход к непрерывному автоматизированному аудиту, внедрение методов предиктивной аналитики на базе больших данных и использование технологий искусственного интеллекта для выявления бюджетных рисков. Сделан вывод, что цифровая трансформация способствует смещению фокуса с последующего контроля на предупредительный мониторинг в режиме реального времени. Полученные результаты могут быть использованы при совершенствовании нормативно-правовой базы и методологического обеспечения деятельности органов государственного финансового контроля.
Ключевые слова: внутренний государственный финансовый контроль, цифровизация, государственное управление, бюджетный процесс, непрерывный аудит, цифровые технологии, государственные финансы, риск-ориентированный подход, бюджетные риски, большие данные.

Современный этап развития государственного управления в Российской Федерации характеризуется масштабной цифровой трансформацией, охватывающей все сферы деятельности публичных институтов. Система внутреннего государственного финансового контроля не является исключением. Цифровизация открывает принципиально новые возможности для повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности, обеспечения прозрачности расходования бюджетных средств и своевременного выявления финансовых нарушений. В условиях реализации национальных проектов и необходимости рационального использования ограниченных ресурсов государственного бюджета актуальность совершенствования механизмов финансового контроля с применением цифровых технологий приобретает особое значение.

Цифровизация государственного финансового контроля представляет собой комплексный процесс трансформации традиционных контрольных механизмов на основе внедрения информационно-коммуникационных технологий во все стадии контрольной деятельности. Теоретическое осмысление данного процесса требует переосмысления классических концепций финансового контроля с учётом специфики функционирования цифровой среды. В научной литературе сформировался подход к рассмотрению цифрового финансового контроля как качественно нового этапа развития контрольно-надзорной деятельности, характеризующегося автоматизацией процедур, использованием больших данных и применением интеллектуальных алгоритмов для анализа финансовой информации [1].

Фундаментальным принципом организации цифрового финансового контроля выступает непрерывность мониторинга финансовых операций в режиме реального времени. Данный подход существенно отличается от традиционной модели последующего контроля, когда проверка осуществляется после завершения отчётного периода и выявление нарушений происходит с временной отсрочкой. Непрерывный мониторинг позволяет оперативно идентифицировать отклонения от установленных правил расходования бюджетных средств и принимать корректирующие меры на ранних стадиях [2]. Переход к такой модели требует создания интегрированных информационных систем, обеспечивающих взаимодействие между всеми участниками бюджетного процесса и контрольными органами.

Важным теоретическим аспектом является концепция риск-ориентированного подхода в цифровой среде. Применение технологий анализа данных и машинного обучения создаёт возможности для построения прогностических моделей, позволяющих выявлять зоны повышенных финансовых рисков и концентрировать контрольные ресурсы на наиболее проблемных направлениях [3]. Алгоритмы искусственного интеллекта способны обрабатывать массивы структурированной и неструктурированной информации, выявляя скрытые закономерности и аномалии, которые могут свидетельствовать о нарушениях бюджетного законодательства или неэффективном использовании государственных средств.

Трансформация методологии контрольной деятельности в цифровой среде связана с переходом от выборочных проверок к сплошному анализу данных. Автоматизированные системы позволяют проверять каждую финансовую операцию на соответствие установленным критериям, что радикально повышает полноту охвата контролем и снижает вероятность невыявления нарушений [4]. Одновременно меняется роль контролёра: от непосредственного исследования первичных документов к анализу результатов автоматизированной обработки информации, интерпретации выявленных отклонений и принятию решений о необходимости углублённых проверок.

Процесс цифровизации системы внутреннего государственного финансового контроля в Российской Федерации осуществляется в рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика» и государственной программы «Управление государственными финансами и регулирование финансовых рынков». Счётная палата Российской Федерации, Федеральное казначейство и контрольно-счётные органы субъектов активно внедряют информационные технологии в практику контрольной деятельности. По состоянию на 2025 год достигнут значительный прогресс в создании технологической инфраструктуры цифрового контроля, однако процесс информатизации остаётся неравномерным и сталкивается с рядом системных проблем [6].

Федеральное казначейство реализует концепцию создания Государственной интегрированной информационной системы управления общественными финансами «Электронный бюджет», которая объединяет информацию о всех стадиях бюджетного процесса на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Система обеспечивает единое информационное пространство для планирования, исполнения и контроля за использованием бюджетных средств. В рамках подсистемы «Управление расходами» функционирует модуль автоматизированного контроля, который в режиме реального времени проверяет соответствие заявок на совершение кассовых операций утверждённым лимитам бюджетных обязательств и условиям заключённых государственных контрактов [7].

Счётная палата Российской Федерации разработала и внедрила информационно-аналитическую систему «Контроль-Аналитик», предназначенную для автоматизации процессов планирования и проведения контрольных и экспертно-аналитических мероприятий. Система интегрирована с внешними источниками данных, включая государственные информационные системы, и позволяет осуществлять дистанционный анализ финансово-хозяйственной деятельности подконтрольных объектов без направления контролёров на места. Применение технологий больших данных обеспечивает возможность обработки значительных объёмов информации и выявления нетипичных операций, требующих углублённой проверки [8].

На региональном уровне степень информатизации контрольных органов существенно варьируется. Контрольно-счётные органы субъектов Российской Федерации с развитой экономикой и достаточным бюджетным финансированием активно внедряют собственные информационные системы или адаптируют федеральные разработки под специфику региональных задач. Органы финансового контроля менее обеспеченных регионов испытывают трудности с приобретением современного программного обеспечения и зачастую ограничиваются базовыми средствами автоматизации делопроизводства и документооборота [9]. Данное неравенство создаёт риски фрагментации единого информационного пространства государственного финансового контроля.

Важным направлением информатизации является создание специализированных аналитических подсистем для выявления признаков коррупционных правонарушений и нецелевого использования бюджетных средств. Такие системы используют методы интеллектуального анализа данных для построения профилей типичного финансового поведения объектов контроля и автоматического выявления значительных отклонений от установленных паттернов. Применение нейросетевых алгоритмов позволяет адаптировать критерии оценки рисков на основе накопленного опыта проверок и повышать точность прогнозирования вероятности нарушений [1].

Существенным достижением стало создание межведомственной системы электронного взаимодействия контрольных органов с объектами контроля и иными государственными информационными системами. Данная система обеспечивает автоматизированный обмен запросами и ответами, сокращая сроки получения необходимой информации и снижая административную нагрузку на подконтрольные организации. Интеграция с Единой информационной системой в сфере закупок позволяет контрольным органам в автоматическом режиме получать данные о заключённых государственных контрактах и осуществлять мониторинг их исполнения [7].

Тем не менее текущее состояние информатизации характеризуется рядом нерешённых проблем. Отсутствует полная интеграция между различными информационными системами, используемыми контрольными органами разных уровней власти. Недостаточная стандартизация форматов данных затрудняет автоматический обмен информацией. Часть государственных информационных систем не предоставляет контрольным органам доступ к детализированным данным в режиме реального времени, ограничиваясь агрегированной отчётностью. Таким образом, несмотря на значительный прогресс, процесс информатизации контрольных органов требует дальнейшего развития и устранения существующих системных ограничений.

Непрерывный дистанционный аудит представляет собой инновационную форму контрольной деятельности, основанную на постоянном автоматизированном анализе финансовых операций подконтрольных объектов без физического присутствия контролёров на местах. Данный метод кардинально изменяет организацию контрольного процесса, обеспечивая переход от периодических проверок к постоянному мониторингу финансовых потоков в режиме реального времени. Внедрение технологий непрерывного аудита позволяет существенно сократить временной разрыв между совершением финансового нарушения и его выявлением, что повышает эффективность контроля и создаёт превентивный эффект для потенциальных нарушителей [2].

Методологическую основу непрерывного аудита составляет система автоматических контрольных процедур, встроенных в информационные системы управления финансами. Каждая финансовая операция проверяется на соответствие заранее определённым правилам и критериям: соблюдение лимитов бюджетных обязательств, целевое назначение расходов, наличие необходимых оснований и подтверждающих документов. При выявлении отклонений система генерирует автоматические уведомления, которые направляются контролёрам для оценки характера нарушения и принятия решения о необходимых мерах реагирования [3]. Такой подход обеспечивает сплошной охват всех операций контролем, в то время как традиционные методы позволяют проверять лишь выборочную совокупность документов.

Техническая реализация непрерывного дистанционного аудита требует создания защищённых каналов информационного взаимодействия между контрольными органами и информационными системами подконтрольных объектов. Федеральное казначейство обеспечивает контрольным органам доступ к информации о движении средств на лицевых счетах получателей бюджетных средств через специализированные защищённые интерфейсы. Аналогичным образом организован доступ к данным Единой информационной системы в сфере закупок, Государственной информационной системы о государственных и муниципальных платежах и других релевантных источников информации. Интеграция различных информационных систем позволяет формировать комплексное представление о финансовых операциях объекта контроля и выявлять сложные схемы нарушений, которые невозможно обнаружить при анализе отдельных информационных массивов [4].

Важным компонентом системы непрерывного мониторинга являются аналитические панели и визуализация данных, которые предоставляют контролёрам наглядное представление о состоянии финансовой дисциплины на подконтрольных объектах. Графические индикаторы отражают динамику ключевых показателей исполнения бюджета, отклонения от плановых значений, концентрацию рисковых операций по отдельным направлениям расходов или контрагентам. Возможность настройки персонализированных информационных панелей позволяет каждому контролёру фокусироваться на наиболее значимых для его компетенции аспектах финансовой деятельности проверяемых организаций.

Практика применения методов непрерывного дистанционного аудита демонстрирует значительное повышение результативности контрольной деятельности. Сокращается время на проведение проверок за счёт предварительного анализа данных и концентрации усилий контролёров на углублённом исследовании выявленных отклонений. Снижаются издержки на командирование сотрудников контрольных органов, особенно при проверке территориально удалённых объектов. Уменьшается административная нагрузка на подконтрольные организации, поскольку значительная часть информации получается контрольными органами в автоматическом режиме без направления запросов и отвлечения работников проверяемых организаций от основной деятельности [5].

Вместе с тем внедрение непрерывного дистанционного аудита сталкивается с рядом ограничений. Не все аспекты финансово-хозяйственной деятельности могут быть адекватно оценены на основе анализа цифровых данных без изучения первичных документов и осмотра материальных объектов. Существуют риски обхода автоматических контрольных процедур путём соблюдения формальных критериев при фактическом нарушении принципов эффективности и целесообразности расходования бюджетных средств. Таким образом, непрерывный дистанционный аудит следует рассматривать не как полную замену традиционных форм контроля, а как дополнительный инструмент, повышающий общую эффективность контрольной системы.

Технологии анализа больших данных открывают качественно новые возможности для выявления финансовых рисков и признаков нарушений бюджетного законодательства. Традиционные методы контроля основывались на проверке формального соответствия финансовых операций установленным правилам и носили преимущественно ретроспективный характер. Современные аналитические технологии позволяют переходить к проактивному подходу, когда потенциальные нарушения выявляются на ранних стадиях или даже прогнозируются до их совершения на основе анализа факторов риска. Применение методов интеллектуального анализа данных, машинного обучения и искусственного интеллекта трансформирует контрольную деятельность из реагирующей в предупреждающую [1].

Базовым методом аналитического контроля является выявление дивергенций в массивах финансовых данных. Алгоритмы статистического анализа позволяют определять нетипичные операции, существенно отклоняющиеся от установленных паттернов финансового поведения объекта контроля. К таким отклонениям могут относиться операции с необычно высокими суммами, нетипичные контрагенты, несвойственные

для данного периода направления расходов, операции, осуществлённые в нерабочее время. Выявленные дивергенции автоматически маркируются системой и передаются контролёрам для углублённого анализа и определения их природы [2]. Значительная часть таких отклонений может иметь законное объяснение, однако среди них могут скрываться признаки нарушений, которые были бы пропущены при традиционной выборочной проверке.

Технологии машинного обучения используются для построения прогностических моделей оценки рисков подконтрольных объектов. На основе исторических данных о результатах проверок алгоритмы выявляют характеристики организаций, у которых с наибольшей вероятностью могут быть обнаружены существенные нарушения. К таким факторам риска относятся показатели финансовой деятельности, характеристики системы внутреннего контроля, данные о предыдущих нарушениях, специфика осуществляемой деятельности. Прогностические модели позволяют ранжировать подконтрольные объекты по уровню риска и оптимизировать распределение ограниченных контрольных ресурсов, концентрируя усилия на проверке наиболее проблемных организаций [3].

Перспективным направлением является применение технологий обработки естественного языка для анализа текстовых документов, сопровождающих финансовые операции. Алгоритмы семантического анализа способны выявлять несоответствия между описанием целей расходования средств в различных документах, обнаруживать признаки дублирования функций, идентифицировать использование типовых формулировок, которые могут свидетельствовать о формальном подходе к обоснованию расходов. Анализ текстов государственных контрактов позволяет выявлять нерыночные условия, признаки ограничения конкуренции, нечёткие критерии исполнения обязательств [4].

Технологии сетевого анализа применяются для выявления схем распределения государственных средств между взаимосвязанными организациями. Построение графов связей между получателями бюджетных средств, контрагентами, учредителями и руководителями позволяет обнаруживать аффилированность участников сделок, признаки создания искусственных цепочек посредников, концентрацию бюджетных средств в руках ограниченного круга бенефициаров. Визуализация сетевых структур предоставляет контролёрам наглядное представление о сложных схемах финансовых потоков, которые невозможно проследить при традиционном анализе отдельных операций [5].

Важным аспектом применения аналитических технологий является интеграция данных из различных источников для формирования комплексного представления о деятельности объекта контроля. Сопоставление информации из бюджетных, налоговых, регистрационных систем, системы закупок, баз данных правоохранительных органов позволяет выявлять противоречия и несоответствия, которые могут свидетельствовать о нарушениях. Технологии блокчейн рассматриваются как перспективный инструмент обеспечения достоверности и неизменности финансовых данных, что затруднит возможности последующей фальсификации информации [6]. Таким образом, комплексное применение различных аналитических технологий существенно повышает эффективность выявления финансовых рисков и обеспечивает переход к проактивной модели государственного финансового контроля.

Действующее законодательство о государственном финансовом контроле формировалось в условиях, когда цифровые технологии не играли существенной роли в контрольной деятельности, и не содержит специальных норм, регулирующих особенности проведения дистанционных проверок, использования автоматизированных систем принятия решений, применения методов анализа больших данных. Данный правовой вакуум порождает неопределённость в отношении допустимости использования цифровых доказательств, процедур доступа к информационным системам подконтрольных объектов, защиты конфиденциальной информации при её обработке автоматизированными средствами [7].

Ключевой проблемой является отсутствие чёткого правового регулирования статуса электронных документов и результатов автоматизированной обработки данных в качестве доказательственной базы при выявлении финансовых нарушений. Традиционная контрольная практика основывается на исследовании первичных документов, подписанных уполномоченными лицами и заверенных печатями. В цифровой среде значительная часть информации существует исключительно в электронной форме, а решения принимаются автоматизированными системами без непосредственного участия человека. Законодательство не содержит детальных норм о требованиях к электронным документам, используемым в контрольной деятельности, процедурах подтверждения их подлинности и целостности [8].

Недостаточная регламентация применения технологий искусственного интеллекта в контрольной деятельности создаёт риски принятия необоснованных решений и нарушения прав подконтрольных объектов. Алгоритмы машинного обучения функционируют как «чёрные ящики», и логика их решений не всегда может быть объяснена в терминах, понятных человеку. Отсутствуют нормы, устанавливающие требования к прозрачности и объяснимости автоматизированных решений, процедурам их обжалования, ответственности за ошибки систем искусственного интеллекта. Проблематичным является вопрос о том, может ли автоматизированная система самостоятельно принимать решения о наличии нарушений или её роль должна ограничиваться предоставлением аналитической информации для последующего решения контролёром [1].

Отдельной проблемой является отсутствие унифицированных стандартов форматов данных и протоколов информационного взаимодействия между различными информационными системами, участвующими в процессах бюджетного управления и контроля. Каждое ведомство разрабатывает собственные информационные системы с уникальными техническими характеристиками, что затрудняет их интеграцию и создаёт технические барьеры для автоматического обмена данными. Законодательство не устанавливает обязательных требований к обеспечению совместимости государственных информационных систем и открытости интерфейсов для доступа контрольных органов. Таким образом, развитие нормативно-правовой базы цифрового финансового контроля существенно отстаёт от темпов технологических изменений, требуеся разработки комплексной законодательной концепции цифровой трансформации контрольной деятельности.

Дальнейшее развитие системы внутреннего государственного финансового контроля в условиях цифровизации будет определяться несколькими ключевыми направлениями, связанными как с совершенствованием технологической инфраструктуры, так и с модернизацией организационных и правовых механизмов контрольной деятельности. Стратегическим ориентиром выступает формирование интегрированной цифровой экосистемы государственного финансового контроля, обеспечивающей взаимодействие всех участников бюджетного процесса, автоматизацию контрольных процедур и переход к модели предиктивного управления финансовыми рисками. Реализация данной концепции требует скоординированных усилий по развитию информационных систем, подготовке кадров и созданию подходящей нормативной базы [2].

Перспективным является развитие технологий предиктивной аналитики для прогнозирования финансовых рисков и моделирования последствий управленческих решений в бюджетной сфере. Применение методов имитационного моделирования позволит оценивать потенциальное влияние изменений бюджетного законодательства или административных регламентов на финансовую дисциплину, прогнозировать вероятность возникновения нарушений в зависимости от экономических условий и характеристик подконтрольных объектов. Интеграция прогностических моделей в систему стратегического планирования создаст возможности для проактивного совершенствования механизмов внутреннего финансового контроля в государственных организациях [4].

Основные направления развития цифровых технологий в системе финансового контроля представлены в таблице 1.

Таблица 1
Перспективные технологии цифрового финансового контроля

Технология	Область применения	Ожидаемый эффект	Сроки внедрения
Блокчейн	Обеспечение неизменности финансовых записей	Повышение достоверности данных, защита от фальсификаций	2025-2027 гг.
Расширенная аналитика	Глубинный анализ причин финансовых нарушений	Выявление системных проблем, обоснование мер по совершенствованию регулирования	2024-2026 гг.
Цифровые двойники	Моделирование финансовых процессов подконтрольных объектов	Прогнозирование рисков, оценка эффективности контрольных мер	2026-2028 гг.

Важным направлением совершенствования является развитие компетенций сотрудников контрольных органов в области цифровых технологий и аналитики данных. Традиционная подготовка специалистов финансового контроля фокусировалась на изучении бюджетного законодательства и методик документальных проверок. В условиях цифровизации контролёры должны обладать навыками работы с информационными системами, понимать принципы функционирования аналитических алгоритмов, уметь интерпретировать результаты автоматизированной обработки данных. Формирование данных компетенций требует раз-

работки специализированных образовательных программ и создания системы непрерывного профессионального развития работников контрольных органов [5].

Перспективным является развитие краудсорсинговых механизмов общественного контроля на основе открытых данных о расходовании бюджетных средств. Предоставление гражданам и общественным организациям доступа к детализированной информации о государственных финансах через открытые программные интерфейсы создаёт возможности для гражданского мониторинга эффективности бюджетных расходов. Разработка специализированных мобильных приложений и веб-сервисов позволит вовлечь широкую общественность в процессы выявления признаков нарушений и неэффективного использования государственных средств. Краудсорсинговый контроль может служить ценным дополнением к деятельности официальных контрольных органов, особенно на муниципальном уровне [1].

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы относительно тенденций развития систем внутреннего государственного финансового контроля в условиях цифровизации. Теоретические основы государственного финансового контроля в цифровой среде формируются на базе переосмысления классических концепций с учётом возможностей информационно-коммуникационных технологий. Ключевыми характеристиками новой парадигмы контрольной деятельности выступают непрерывность мониторинга, автоматизация контрольных процедур, риск-ориентированный подход на основе анализа данных и экосистемный характер взаимодействия участников контрольного процесса.

Текущее состояние информатизации контрольных органов в России характеризуется значительным прогрессом в создании технологической инфраструктуры цифрового контроля, прежде всего на федеральном уровне. Внедрены масштабные информационные системы, обеспечивающие автоматизацию основных контрольных процедур и дистанционный доступ к данным о финансовых операциях подконтрольных объектов. Вместе с тем процесс информатизации остаётся неравномерным, особенно на региональном и муниципальном уровнях, что создаёт риски фрагментации единого информационного пространства государственного финансового контроля.

Внедрение методов непрерывного дистанционного аудита и мониторинга радикально трансформирует организацию контрольной деятельности, обеспечивая переход от периодических проверок к постоянному анализу финансовых операций в режиме реального времени. Данный подход существенно повышает оперативность выявления нарушений, снижает издержки на проведение контрольных мероприятий и уменьшает административную нагрузку на подконтрольные организации. Однако дистанционный контроль не может полностью заменить традиционные формы проверок и должен рассматриваться как дополнительный инструмент в деятельности контрольных органов.

Использование технологий анализа больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта открывает принципиально новые возможности для выявления финансовых рисков и признаков нарушений. Применение статистических методов, алгоритмов поиска аномалий, прогностического моделирования, анализа естественного языка и сетевых структур обеспечивает переход от реактивного к проактивному контролю, когда потенциальные нарушения выявляются на ранних стадиях или прогнозируются до их совершения.

Серьёзным препятствием на пути цифровой трансформации контрольной деятельности выступает недостаточное развитие нормативно-правовой базы. Действующее законодательство не содержит специальных норм, регулирующих особенности проведения дистанционных проверок, использования автоматизированных систем принятия решений, применения технологий анализа данных. Отсутствует чёткое регулирование статуса электронных доказательств, процедур доступа к информационным системам, требований к прозрачности алгоритмов искусственного интеллекта, что создаёт правовую неопределённость и риски для легитимности применения цифровых технологий.

Перспективы совершенствования систем финансового надзора связаны с формированием интегрированной цифровой экосистемы государственного финансового контроля, развитием предиктивной аналитики, внедрением технологий блокчейн для обеспечения достоверности данных, роботизацией рутинных контрольных процедур. Критически важным является развитие компетенций специалистов контрольных органов в области цифровых технологий и создание адекватной нормативно-правовой базы цифрового контроля. Реализация данных направлений требует скоординированных усилий органов государственной власти, разработчиков информационных систем и профессионального сообщества специалистов финансового контроля.

Литература

1. Бутаева А. Ш. Организация государственного финансового контроля в зарубежных странах // Вестник науки. 2024. №5 (74). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-v-zarubezhnyh-stranah-1 (дата обращения: 22.05.2026).
2. Гарина А. О., Жукова К. Р. Взаимосвязь понятий «государственный финансовый контроль» и «финансовый контроль» // Инновационная наука. 2023. №4-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyaz-ponyatiy-gosudarstvennyy-finansovyy-kontrol-i-finansovyy-kontrol (дата обращения: 23.05.2026).
3. Дербенева Е.А. Правовые аспекты совершенствования антимонопольного регулирования и контроля в условиях цифровизации // Скиф. 2023. №5 (81). С. 413-416.
4. Костоусова Ю.А., Комарова О.В. Цифровизация государственного финансового контроля: институциональный анализ // Журнал экономической теории. 2019. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-institutsionalnyy-analiz (дата обращения: 01.06.2026).
5. Нигматуллина Г. Р., Рысина В. И., Шатунова Е. В. Цифровизация системы внутреннего контроля // МНИЖ. 2022. №3-2 (117). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-sistemy-vnutrennego-kontrolya (дата обращения: 30.05.2026).
6. Петрушина В. В., Цыбина В. В., Титова М. В. Особенности и перспективы внутреннего государственного финансового контроля в условиях цифровизации экономики // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-perspektivy-vnutrennego-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (дата обращения: 02.06.2026).
7. Северинов В.П. Тенденции трансформации финансовых рисков и способов управления ими в реалиях цифровой экономики // ЕГИ. 2024. №6 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-transformatsii-finansovyh-riskov-i-sposobov-upravleniya-imi-v-realiyah-tsifrovoy-ekonomiki (дата обращения: 26.05.2026).
8. Хисамутдинов А.А. Правовые барьеры и пути их преодоления в реформировании системы государственных закупок в России // Вестник Академии знаний. 2024 №5 (64). С. 707-710.
9. Хусаинов Г.Л. Эффективная система внутреннего контроля как основа устойчивого корпоративного управления // EJLFAS. 2025. №12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnaya-sistema-vnutrennego-kontrolya-kak-osnova-ustoychivogo-korporativnogo-upravleniya (дата обращения: 24.05.2026).

Main trends in the development of internal state financial control systems in the context of digitalization

Skvortsov A.S.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

This article explores the transformational processes in the system of internal state financial control, which are caused by the large-scale introduction of digital technologies in the public administration sector. The relevance of this work is dictated by the need to adapt control and supervisory activities to the conditions of the digital economy and to improve the efficiency of using budget funds.

The purpose of this study is to identify and theoretically substantiate the key trends in the development of control mechanisms under the influence of digitalization.

The methodological framework of this study includes general scientific methods of analysis, synthesis, and a systematic approach.

As a result of the work, the priority areas for modernizing the industry have been identified: the transition to continuous automated auditing, the introduction of predictive analytics methods based on big data, and the use of artificial intelligence technologies to identify budgetary risks. It has been concluded that digital transformation contributes to shifting the focus from post-control to real-time preventive monitoring. The results obtained can be used to improve the regulatory framework and methodological support for the activities of state financial control bodies.

Keywords: internal state financial control, digitalization, public administration, budget process, continuous audit, digital technologies, public finances, risk-oriented approach, budget risks, and big data.

References

1. Butaeva A. Sh. Organization of state financial control in foreign countries // Bulletin of Science. 2024. No.5 (74). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-v-zarubezhnyh-stranah-1 (date of reference: 05/22/2026).
2. Garina A. O., Zhukova K. R. The relationship between the concepts of "state financial control" and "financial control" // Innovative Science. 2023. No.4-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyaz-ponyatiy-gosudarstvennyy-finansovyy-kontrol-i-finansovyy-kontrol (date of request: 05/23/2026).
3. Derbeneva E.A. Legal aspects of improving antimonopoly regulation and control in the context of digitalization // Skif. 2023. No.5 (81). pp. 413-416.

4. Kostousova Yu.A., Komarova O.V. Digitalization of state financial control: an institutional analysis // Journal of Economic Theory. 2019. No. 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-institutsionalnyy-analiz (date of request: 06/01/2026).
5. Nigmatullina G. R., Rysina V. I., Shatunova E. V. Digitalization of the internal control system. 2022. No.3-2 (117). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-sistemy-vnutrennego-kontrolya (date of request: 05/30/2026).
6. Petrushina V. V., Tsybina V. V., Titova M. V. Features and prospects of internal state financial control in the context of digitalization of the economy // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2023. No. 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-perspektivy-vnutrennego-gosudarstvennogo-finansovogo-kontrolya-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (date of request: 06/02/2026).
7. Severinov V.P. Trends in the transformation of financial risks and ways of managing them in the realities of the digital economy // EGI. 2024. №6 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-transformatsii-finansovyh-riskov-i-sposobov-upravleniya-imi-v-realiyah-tsifrovoy-ekonomiki (date of reference: 05/26/2026).
8. Khisamutdinov A.A. Legal barriers and ways to overcome them in reforming the public procurement system in Russia // Vestnik Academies of Knowledge. 2024 No. 5 (64). pp. 707-710.
9. Khusainov G.L. Effective internal control system as a basis for sustainable corporate governance // EJLFAS. 2025. No. 12. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnaya-sistema-vnutrennego-kontrolya-kak-osnova-ustoychivogo-korporativnogo-upravleniya (date of request: 05/24/2026).

Применение методов искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур

Анисимов Павел Евгеньевич
аспирант, Сибирский федеральный университет,
pavel.e.anisimov@gmail.com,

Глинская Анна Романовна
студент, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, anna_glianskaja@rambler.ru,

Пчелинцева Светлана Вячеславовна
студент, Сибирский федеральный университет, pchelintseva@rgau-msha.ru,

Переверзев Денис Валерьевич
аспирант, Сибирский федеральный университет, pdv1910@yandex.ru

Современное сельское хозяйство активно внедряет цифровые технологии для повышения эффективности производства и устойчивости агропромышленных систем. Одним из ключевых направлений является применение методов искусственного интеллекта для анализа больших массивов аграрных данных и прогнозирования урожайности. В работе рассматривается архитектура системы прогнозирования урожайности зерновых культур на основе машинного обучения, проведён анализ рисков внедрения системы и оценена её экономическая эффективность. Показано, что применение интеллектуальных моделей позволяет повысить точность прогнозирования урожайности и снизить производственные затраты сельскохозяйственных предприятий.
Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, прогнозирование урожайности, цифровое сельское хозяйство.

Активное внедрение цифровых технологий в агропромышленном комплексе приводит к трансформации методов управления сельскохозяйственным производством. В настоящее время предприятия располагают значительными объемами данных, и аграрные предприятия также формируют большие массивы информации, связанные с состоянием посевов, погодными условиями и агротехнологическими процессами [1]. Имеющиеся методы анализа такого объема данных часто оказываются недостаточно эффективными для современного прогнозирования урожайности и принятия управленческих решений.

Оценка и прогнозирование урожайности играют ключевую роль в планировании сельскохозяйственного производства и рациональном использовании ресурсов, поскольку оно позволяет планировать использование ресурсов, оптимизировать сроки агротехнических мероприятий и повышать экономическую эффективность растениеводства [2]. В последние годы для решения подобных задач активно применяются методы машинного обучения, способные выявлять сложные закономерности в больших массивах данных. В связи с этим актуальной задачей является разработка интеллектуальных систем, позволяющих автоматизировать анализ аграрных данных и повысить точность прогнозирования урожайности.

Цели создания автоматизированной системы заключаются в следующем:

1. Повышение точности прогнозирования урожайности на 85%.
2. Снижение затрат на удобрения и СЗР на 20-25%.
3. Увеличение рентабельности растениеводства на 15%.

Разрабатываемая система предназначена для автоматизации ряда ключевых процессов управления сельскохозяйственным производством:

- Мониторинг состояния посевов.
- Прогнозирование урожайности.
- Планирование ресурсов (удобрения, вода).
- Выявление аномалий и болезней [3].

В настоящее время аграрные предприятия сталкиваются с рядом проблем, которые существенно снижают эффективность принятия управленческих решений. Среди них можно выделить следующие:

- Ручной сбор данных агрономами.
- Субъективность оценок урожайности.
- Задержки в принятии решений.
- Неэффективное использование ресурсов [4, 5].

Для решения указанных проблем система основана на интеграции различных источников данных, характеризующих состояние сельскохозяйственных посевов. К ним относятся спутниковые изображения дистанционного зондирования Земли, метеорологические данные, информация об агрохимических характеристиках почвы, а также исторические данные об урожайности. В процессе подготовки данных осуществляется их предварительная обработка, заключающаяся в очистке, нормализации и синхронизации различных временных рядов. После этого выполняется формирование признакового пространства, где учитываются как текущие показатели состояния посевов, так и исторические данные, отражающие сезонные и климатические особенности региона [6].

В качестве методов анализа больших объемов данных применяются ансамблевые методы, такие как Random Forest и XGBoost. Для обработки временных рядов применяются методы прогнозной аналитики, позволяющие учитывать сезонность и долгосрочные тренды. Важным элементом разработки является оценка качества моделей. В качестве основной метрики используется среднеквадратичная ошибка (RMSE), позволяющая оценить отклонение прогнозируемой урожайности от фактических значений [7]. Основные характеристики используемых данных, метрик оценки и рисков разработки системы представлены в таблице 1.

Функциональные требования:

- Ежедневный сбор и обработка спутниковых данных.
- Расчет вегетационных индексов (NDVI, EVI, NDWI).
- Прогноз урожайности с горизонтом 30-60 дней.
- Визуализация карт полей и прогнозов.
- API для интеграции с существующими системами.

Нефункциональные требования:

- Точность прогноза: RMSE < 0.5 т/га.
- Время отклика системы: < 5 секунд.
- Поддержка 100+ пользователей одновременно.

● Кросс-платформенность (веб, мобильные устройства).

Реализация указанных требований предполагает использование модульной архитектуры системы, обеспечивающей полный цикл обработки данных — от их получения до формирования аналитических результатов. На первом этапе осуществляется автоматизированный сбор информации из внешних и внутренних источников. Спутниковые данные дистанционного зондирования поступают через специализированные сервисы обработки геопространственной информации, метеорологические показатели загружаются из открытых климатических баз, а сведения о состоянии почв и агротехнических мероприятиях поступают из внутренних информационных систем сельскохозяйственного предприятия.

Таблица 1

Характеристика данных и факторов разработки системы прогнозирования урожайности

Пункт чек-листа	Ответ	Обоснование
а. Достаточность данных для решения задачи	Требуются: спутниковые снимки (Sentinel-2/Landsat), метеоданные, исторические данные урожайности, агрохимические показатели почв, данные о внесении удобрений и СЗР	Для построения точной модели необходимо мультимодальное представление данных: спутниковые индексы (NDVI, EVI) отражают состояние посевов, метеоданные - внешние условия, агрохимия - потенциал почвы
б. Требуется ли разметка данных?	Да, требуется разметка: аннотация аномалий на снимках (болезни, вредители, засуха), маркировка исторических данных урожайности по полям и культурам	Разметка необходима для обучения моделей классификации аномалий и валидации регрессионных моделей прогноза урожайности. Объем разметки: ~1000 образцов аномалий
в. Источники предвзятости в данных	1. Региональная предвзятость (данные только из одного климатического пояса)	Предвзятость приведет к плохой обобщающей способности модели на новых регионах, при изменении климатических условий или для отстающих хозяйств
	2. Временная предвзятость (данные за ограниченный период)	
	3. Технологическая предвзятость (данные только с передовых хозяйств)	
г. Критичные метрики качества модели	RMSE (среднеквадратичная ошибка) - основной показатель, MAPE (средняя абсолютная процентная ошибка) - вспомогательный	RMSE наиболее чувствителен к крупным ошибкам прогноза, что критично для агробизнеса. Целевой показатель: RMSE < 0.5 т/га, MAPE < 10%
д. Этические риски	1. Конфликт интересов (использование данных для давления на фермеров)	Риски смягчаются прозрачной политикой данных, программами переобучения персонала и созданием тарифов для малых хозяйств
	2. Автоматизация рабочих мест	
	3. Неравенство доступа к технологии	
е. Требования к инфраструктуре	Гибридная архитектура: облачные вычисления для анализа + edge-устройства для оперативного мониторинга	Облако обеспечивает масштабируемость тяжелых вычислений, edge-устройства - оперативность решений в полевых условиях при ограниченном интернете
ж. Альтернативные решения без ИИ	1. Традиционный визуальный осмотр агрономами	Альтернативы менее точны (погрешность 20-30% против 8-10% у ИИ), требуют больше человеческих ресурсов и не масштабируются
	2. Статистические методы на основе исторических данных	
	3. Экспертные оценки	

Далее данные передаются в модуль предварительной обработки, где выполняется их структурирование, устранение пропусков и унификация форматов. На этом этапе формируются временные ряды наблюдений и вычисляются дополнительные показатели, отражающие динамику развития сельскохозяйственных культур. Особое значение имеют вегетационные индексы, рассчитываемые на основе мультиспектральных спутниковых изображений, поскольку они позволяют количественно оценивать состояние растительности и выявлять возможные отклонения в развитии посевов.

После подготовки данных информация поступает в аналитический модуль, где выполняется обучение и применение моделей машинного обучения. Используемые алгоритмы позволяют выявлять зависимости между параметрами окружающей среды, характеристиками почвы и уровнем урожайности сельскохозяйственных культур. Результатом работы моделей является прогноз урожайности для отдельных полей или участков сельскохозяйственных угодий с заданным временным горизонтом.

Полученные прогнозные данные передаются в систему визуализации и поддержки принятия решений. Пользовательский интерфейс предоставляет возможность анализа информации в виде картографических представлений, графиков изменения показателей и аналитических отчетов. Такой подход обеспечивает удобную интерпретацию результатов моделирования и способствует более оперативному принятию управленческих решений.

Разработанная система интегрируется в полный цикл сельскохозяйственного производства, обеспечивая поддержку от посева до сбора урожая (рисунок 1).

Практическое применение разработанной системы позволяет повысить точность оценки состояния сельскохозяйственных культур и оптимизировать использование материальных ресурсов. Использование прогнозных моделей способствует повышению эффективности агропроизводства и формирует основу для внедрения технологий точного земледелия в современных сельскохозяйственных предприятиях.

Рисунок 1 – Описание цикла работы системы

Перспективным направлением дальнейшего развития подобных систем является интеграция данных интернета вещей, получаемых от датчиков мониторинга почвы и климатических параметров, а также с использование более сложных моделей анализа данных. Это позволит расширить функциональные возможности системы и повысить точность прогнозирования в условиях изменяющихся климатических факторов и особенностей агротехнологий.

Литература

1. Проектирование модуля информационной системы как фактор повышения качества сервисных услуг предприятия / Л. В. Красовская, С. В. Кукарцева, М. В. Журавлев, А. В. Низамеева // Право, экономика и управление: теория и практика : Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Чебоксары, 17 декабря 2025 года. – Чебоксары: ООО "Издательский дом "Среда", 2025. – С. 191-194.

2. Информационные системы и технологии в АПК : учебник / А. В. Бабкина, И. Е. Быстренина, М. И. Горбачев [и др.]. – Москва : Российский государственный аграрный университет, 2025. – 615 с. – ISBN 978-5-9675-2093-8.

3. Прогнозирование тепловых процессов в подземных горных сооружениях с использованием рекуррентных нейронных сетей / М. В. Журавлев, О. А. Антамошкин, М. Н. Степанцевич, Е. Ф. Малыха // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – № 3. – С. 205-211.

4. Содержание структурных углеводов и лигнина в многолетних злаковых кормовых травах в зависимости от фазы роста и цифровые инновации в анализе состава корма / Х. К. Худякова, Е. В. Худякова, М. Н. Степанцевич [и др.] // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 4. – С. 107-115. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-4-107-115.

5. Сравнительный анализ статистических и нейросетевых методов прогнозирования геоэкологических показателей горнодобывающих объектов / А. А. Ступина, М. В. Спринджук, М. В. Журавлев, Т. И. Ашмарина // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – № 4. – С. 125-130.

6. Моделирование тепловых потоков в подземных горных выработках с применением параллельного программирования / М. В. Журавлев, Т. И. Ашмарина, И. А. Вахрушева, К. С. Музалев // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – № 3. – С. 292-297.

7. Обнаружение аномалий в данных промышленных сенсорных систем добычи на основе алгоритмов кластеризации / С. О. Курашкин, Л. В. Красовская, М. В. Журавлев, Т. В. Бирюкова // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2025. – № 4. – С. 382-388.

Application of Artificial Intelligence Methods for Crop Yield Forecasting

Anisimov P.E., Glinskaya A.R., Pchelintseva S.V., Pereverzev D.V.
Siberian Federal University, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

Modern agriculture is actively adopting digital technologies to improve production efficiency and the sustainability of agro-industrial systems. One of the key areas is the application of artificial intelligence methods to analyze large volumes of agricultural data and forecast crop yields. This paper examines the architecture of a machine learning-based crop yield forecasting system for grain crops, conducts a risk analysis of the system's implementation, and evaluates its economic efficiency. It is shown that the use of intelligent models improves the accuracy of crop yield forecasting and reduces the production costs of agricultural enterprises.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, crop yield forecasting, digital agriculture.

References

1. Design of an information system module as a factor in improving the quality of enterprise services / L. V. Krasovskaya, S. V. Kukartseva, M. V. Zhuravlev, A. V. Nizameeva // Law, economics and management: theory and practice: Proceedings of the III All-Russian scientific and practical conference with international participation, Cheboksary, December 17, 2025. – Cheboksary: OOO Izdatelskiy dom Sreda, 2025. – Pp. 191-194.
2. Information systems and technologies in the agro-industrial complex: textbook / A. V. Babkina, I. E. Bystrenin, M. I. Gorbachev [et al.]. – Moscow: Russian State Agrarian University, 2025. – 615 p. – ISBN 978-5-9675-2093-8.
3. Forecasting thermal processes in underground mining structures using recurrent neural networks / M. V. Zhuravlev, O. A. Antamoshkin, M. N. Stepantsevich, E. F. Malykha // Bulletin of Tula State University. Earth Sciences. – 2025. – No. 3. – Pp. 205-211.
4. The content of structural carbohydrates and lignin in perennial cereal forage grasses depending on the growth phase and digital innovations in feed composition analysis / Kh. K. Khudyakova, E. V. Khudyakova, M. N. Stepantsevich [et al.] // Timiryazev Biological Journal. - 2023. - No. 4. - P. 107-115. - DOI 10.26897/2949-4710-2023-4-107-115.
5. Comparative analysis of statistical and neural network methods for forecasting geoecological indicators of mining sites / A. A. Stupina, M. V. Sprindzhuk, M. V. Zhuravlev, T. I. Ashmarina // Bulletin of Tula State University. Earth Sciences. - 2025. - No. 4. - P. 125-130.
6. Modeling of heat flows in underground mine workings using parallel programming / M. V. Zhuravlev, T. I. Ashmarina, I. A. Vakhrusheva, K. S. Muzalev // Bulletin of the Tula State University. Earth Sciences. - 2025. - No. 3. - P. 292-297.
7. Detection of anomalies in data from industrial mining sensor systems based on clustering algorithms / S. O. Kurashkin, L. V. Krasovskaya, M. V. Zhuravlev, T. V. Biryukova // Bulletin of the Tula State University.

Двухуровневый прогноз временных рядов на базе модели ApaFinder и оркестра регрессоров ApaLMS по кластерам патчей

Апальков Фёдор Станиславович
аспирант, направление подготовки «Системный анализ, управление и обработка информации», Московский университет имени С.Ю. Витте, generalfedor1999@yandex.ru

В статье рассматривается подход к численному прогнозированию значений временных рядов специализированным оркестром моделей ApaLMS на базе модели ApaFinder прогноза метки кластера патча временного ряда. Показано что раздельно обученные элементы оркестра ApaLMS проводят более точный прогноз значения чем денормализация результата модели ApaFinder. Показано что при наличии множества временных рядов возможно обучение элементов оркестра на сопоставленных отрезках, что повышает объем обучающей выборки без существенной потери точности. В ходе экспериментального исследования получены результаты точности прогноза оркестром моделей и проведено сравнение с денормализацией результата ApaFinder и моделей – аналогов.

Ключевые слова: динамическое прогнозирование, временные ряды, многоуровневая модель, оркестр ApaLMS, нейросетевые регрессоры, кластеры патчей, сопоставление кластеров, множественные временные ряды.

В предшествующей работе была описана система прогнозирования патчей временного ряда ApaFinder на базе угловой метрики кластеризации ApaCluster [1, 2], прогнозирующая метку геометрического вида сегмента временной последовательности. Для получения численного результата прогноза проводилась процедура денормализации значений центроида спрогнозированного кластера, что приводило к потере итоговой точности. Экспериментальное исследование показало, что модель ApaFinder в сочетании с денормализацией результата способна создавать интерпретируемый прогноз и способна к обучению на наборе временных рядов одной целевой области, однако по метрике MAE уступает передовым моделям – аналогам, в частности модели PatchTST [3], в которой одной из основных идей так же является разбиение целевого временного ряда на патчи и их анализ.

Для повышения итоговой точности прогноза будет использоваться оркестр регрессионных моделей ApaLMS, элементы оркестра будут называться ApaLMSElement. Основная идея оркестра заключается в том, чтобы убрать этап денормализации и заменить его для каждого вида спрогнозированного сегмента своей регрессионной моделью и, таким образом, снизить фактор ошибки масштабирования результата.

Актуальность такого подхода обусловлена возможностью обучения модели прогнозирования значений на любом числе временных рядов одной предметной области с целевым рядом и возможностью явно видеть не только результирующее значение прогноза, но и вид типа поведения отрезка временного ряда.

Целью работы является описать оркестр ApaLMS как верхний уровень системы прогнозирования значений временного ряда после модели ApaFinder прогноза типа поведения патча и алгоритма и метрики кластеризации значений ApaCluster.

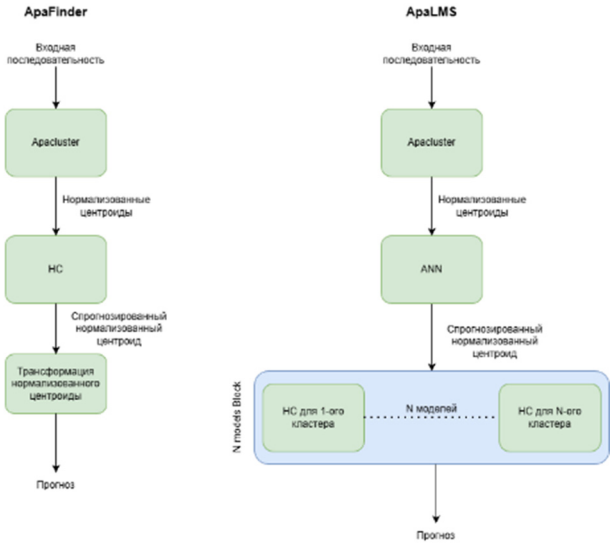


Рисунок 1. Сравнение схем ApaFinder и ApaLMS (источник: составлено авторами)

Предлагаемая полная система прогнозирования значений имеет трехуровневую архитектуру и демонстрирует максимальную эффективность при обучении на множестве временных рядов одной области. Далее в работе основной ряд будет называться мастер – ряд, остальные ряды – зависимыми. Общая схема системы представлена на рисунке 2.

На первом уровне системы за предварительную подготовку данных и дальнейшую кластеризацию патчей временного ряда отвечает алгоритм и угловая метрика ApaCluster. Именно угловая метрика обеспечивает универсальность патчей множества временных рядов, позволяя методу k-means провести кластеризацию обработанных данных. После того, как патчи временных рядов будут по отдельности кластеризованы и каждому будет выдана метка, проводится процедура сопоставления их видов и собран общий обучающий массив данных.

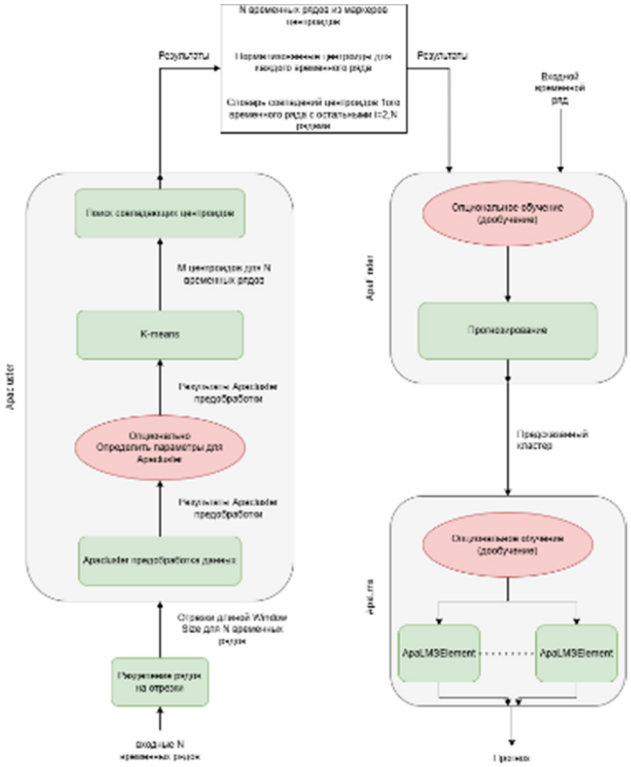


Рисунок 2. Общая схема системы прогнозирования (источник: составлено авторами)

На втором уровне работу продолжает модель ApaFinder, которая отвечает за прогноз дальнейшего типа поведения мастер – ряда. Эта модель обучена на множестве меток кластеров полученных на первом этапе. В предшествующей работе система далее переходила на этап нормализации значения результата, что приводило к потере точности из-за процедуры масштабирования. Эту проблему удалось решить в следующем этапе системы.

На третьем уровне входом является метка кластера, для которого надо провести прогнозирование целевого значения мастер – ряда. Именно на этом этапе реализована основная идея данной работы: вместо денормализации используется выбранный из оркестра ApaLMS ApaLMSElement регрессор получающий итоговый результат. При получении результата из общего набора ApaLMSElement-ов выбирается тот, номер которого соответствует метке предполагаемого кластера поведения отрезка временного ряда. Патч предшествующий спрогнозированному пересекается с патчем для которого осуществляется прогноз на N-1 элемент, таким образом минимизируя ошибку прогнозирования геометрического вида патча. Для осуществления не точечного прогноза одного следующего значения ряда, а множественного, все этапы повторяются, но уже с опорой на спрогнозированное значение мастер-ряда, что показано на рисунке 3.

Таким образом предлагаемая трехуровневая архитектура последовательно решает задачи кластеризации патчей временного ряда, прогноза геометрического типа следующего сегмента и восстановления численного значения результата прогноза. Разделение на уровни позволяет сохранить интерпретируемость всей системы, а на этапе кластеризации патчей позволяет использовать больший объем данных из временных рядов одной области с мастер-рядом. Итеративное применение этой схемы позволяет проводить прогнозирования значений временного ряда для любого горизонта значений.

Для подтверждения гипотезы о том, что процесс денормализации можно заменить оркестром регрессионных моделей проводилось экспериментальное исследование. На первом этапе сравнивались метрики точности прогноза между системами ApaFinder – ApaLMS, ApaFinder – денормализация и моделями аналогами. На втором этапе сравнивалась система прогнозирования с верхнеуровневым ApaLMS и моделями – аналогами [6, 7, 8, 9, 10, 11, 3].

Для обучения моделей на первом этапе были выбраны временные ряды стоимостей акций Российских кампаний: **ALRS** – АЛРОСА (ПАО "АЛРОСА"); **CHMF** – Северсталь (ПАО "Северсталь"); **GAZP** – Газпром (ПАО "Газпром"); **GMKN** – Норникель (ПАО "ГМК Норильский никель"); **LKOH** – Лукойл (ПАО "Лукойл"); **MGNT** – Магнит (ПАО "Магнит"); **MTSS** – МТС (ПАО "Мобильные ТелеСистемы"); **NLMK** – НЛМК (ПАО "Новолипецкий металлургический комбинат"); **NVTK** – Новатэк (ПАО "НОВАТЭК"); **ROSN** – Роснефть (ПАО "НК Роснефть"); **RTKM** – Ростелеком (ПАО "Ростелеком"); **SBER** – Сбербанк (ПАО "Сбербанк России"); **SNGS** – Сургутнефтегаз (ПАО "Сургутнефтегаз"); **TATN** – Татнефть (ПАО "Татнефть"); **X5** – X5 Group (X5 Retail Group, управляет сетями "Пятерочка", "Перекресток"); **YDEX** – Яндекс (Яндекс Н.В.) [4, 5].

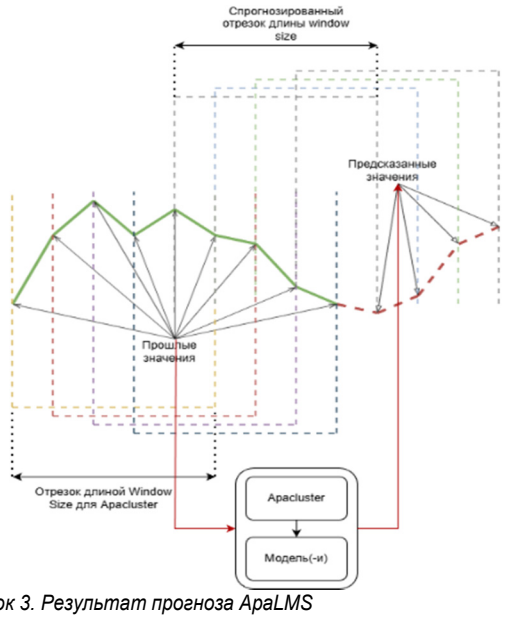


Рисунок 3. Результат прогноза ApaLMS (источник: составлено авторами)

Мастер рядом был выбран ALRS, зависимым – SBER.

Таблица 1
Метрики моделей при прогнозировании акций Российских кампаний (источник: составлено авторами)

Модель	PatchTST	DLinear	FEDFormer	Autoformer	Informer	Pyraformer	LogTrans	ApaLMS
Метрика	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE
ALRS	0.61256	0.77748	0.80693	0.79515	0.8599	0.95418	0.8893	0.637
SBER	0.6385	0.7893	0.8103	0.79817	0.87313	0.97206	0.9030	0.693

Таблица 2
Метрики моделей при прогнозировании акций Российских кампаний[9]

Модель	PatchTST	DLinear	FEDFormer	Autoformer	Informer	Pyraformer	LogTrans	ApaLMS
Метрика	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE	MAE
ALRS	0.61256	0.77748	0.80693	0.79515	0.8599	0.95418	0.8893	0.589
SBER	0.6385	0.7893	0.8103	0.79817	0.87313	0.97206	0.9030	0.603

Для системы с денормализацией прогноза итоговая MAE (*прим. MAE (Mean Absolute Error) (Средняя абсолютная ошибка) — метрика, которая измеряет среднюю абсолютную разницу между предсказанными и фактическими значениями в задачах регрессии*) метрика системы выше, чем у модели PatchTST в мастер – ряде на 4,08% и на 10,8% для зависимого ряда. Для верхнеуровневой ApaLMS был получен стабильное уменьшение метрики MAE для прогнозирования множества связанных временных рядов. Относительно PatchTST прирост модели составил от 3,9% для мастер – ряда и 5,9% для зависимого ряда.

Рисунок 4. Сопоставление реальных данных, и прогнозов моделей аналогов и ApaLMS для ALRS (источник: составлено авторами)

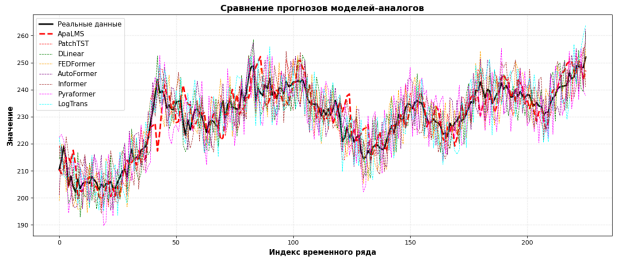


Рисунок 5. Сопоставление реальных данных, и прогнозов моделей аналогов и ApaLMS для SBER (источник: составлено авторами)

Для второго этапа тестирования были выбраны эталонные наборы из протокола, применённого в работе по модели PatchTST и её официальной реализации: Weather, Traffic, Electricity, Illness, ETTh1, ETTh2, ETTm1, ETTm2. Для моделей – аналогов [6, 7, 8, 9, 10, 11, 3]. как правило приводятся метрики на горизонтах прогноза в 96, 192, 336 и 720 элементов, однако в данной работе для ApaLMS задан фиксированный максимальный горизонт в 720 измерений при окне патча в 20 элементов [3]. Кроме того, обучение и тестирование для каждого отдельного набора данных проводилось поканально.

Таблица 3
Метрики моделей

Models		PatchTST/64		PatchTST/42		DLinear		FEDformer		Autoformer		Informer		Pyraformer		LogTrans		ApaLMS		
Metric		MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	MSE	MAE	20/720	MSE	MAE
Weather	96	0,149	0,198	0,152	0,199	0,176	0,237	0,238	0,314	0,249	0,329	0,354	0,405	0,896	0,556	0,458	0,490		0,154	0,276
	192	0,194	0,241	0,197	0,243	0,220	0,282	0,275	0,329	0,325	0,370	0,419	0,434	0,622	0,624	0,658	0,589			
	336	0,245	0,282	0,249	0,283	0,265	0,319	0,339	0,377	0,351	0,391	0,583	0,543	0,739	0,753	0,797	0,652			
	720	0,314	0,334	0,320	0,335	0,323	0,362	0,389	0,409	0,415	0,426	0,916	0,705	1,004	0,934	0,869	0,675			
Traffic	96	0,360	0,249	0,367	0,251	0,410	0,282	0,576	0,359	0,597	0,371	0,733	0,410	2,085	0,468	0,684	0,384	20/720	0,502	0,382
	192	0,379	0,256	0,385	0,259	0,423	0,287	0,610	0,380	0,607	0,382	0,777	0,435	0,867	0,467	0,685	0,390			
	336	0,392	0,264	0,398	0,265	0,436	0,296	0,608	0,375	0,623	0,387	0,776	0,434	0,869	0,469	0,734	0,408			
	720	0,432	0,286	0,434	0,287	0,466	0,315	0,621	0,391	0,639	0,395	0,827	0,466	0,881	0,473	0,796	0,436			
Electricity	96	0,129	0,222	0,130	0,222	0,140	0,237	0,186	0,302	0,196	0,313	0,304	0,393	0,386	0,449	0,258	0,357	20/720	0,132	0,225
	192	0,147	0,240	0,148	0,240	0,153	0,249	0,197	0,311	0,211	0,324	0,327	0,417	0,386	0,443	0,266	0,368			
	336	0,163	0,259	0,167	0,261	0,169	0,267	0,213	0,328	0,214	0,327	0,333	0,422	0,378	0,443	0,280	0,380			
	720	0,197	0,290	0,202	0,291	0,203	0,301	0,233	0,344	0,236	0,342	0,351	0,427	0,376	0,445	0,283	0,376			
ILI	24	1,319	0,754	1,522	0,814	2,215	1,081	2,624	1,095	2,906	1,182	4,657	1,449	1,420	2,012	4,480	1,444	20/720	1,323	0,821
	36	1,579	0,870	1,430	0,834	1,963	0,963	2,516	1,021	2,585	1,038	4,650	1,463	7,394	2,031	4,799	1,467			
	48	1,553	0,815	1,673	0,854	2,130	1,024	2,505	1,041	3,024	1,145	5,004	1,542	7,551	2,057	4,800	1,468			
	60	1,470	0,788	1,529	0,862	2,368	1,096	2,742	1,122	2,761	1,114	5,071	1,543	7,662	2,100	5,278	1,560			
ETTh1	96	0,370	0,400	0,375	0,399	0,375	0,399	0,376	0,415	0,435	0,446	0,941	0,769	0,664	0,612	0,878	0,740	20/720	0,501	0,519
	192	0,413	0,429	0,414	0,421	0,405	0,416	0,423	0,446	0,456	0,457	1,007	0,786	0,790	0,681	1,037	0,824			
	336	0,422	0,440	0,431	0,436	0,439	0,443	0,462	0,486	0,487	0,538	0,784	0,842	0,911	0,738	1,238	0,932			
	720	0,447	0,468	0,449	0,466	0,472	0,490	0,469	0,492	0,515	0,517	1,144	0,857	0,902	0,782	1,135	0,852			
ETTh2	96	0,274	0,337	0,274	0,336	0,289	0,353	0,332	0,374	0,332	0,368	1,549	0,952	0,645	0,597	2,116	1,197	20/720	0,266	0,322
	192	0,341	0,382	0,339	0,379	0,383	0,418	0,407	0,446	0,426	0,434	3,792	1,542	0,788	0,683	4,315	1,635			
	336	0,329	0,384	0,331	0,380	0,448	0,465	0,400	0,447	0,477	0,479	4,215	1,642	0,907	0,747	1,101	1,604			
	720	0,379	0,422	0,379	0,422	0,605	0,551	0,412	0,469	0,453	0,490	3,656	1,619	0,963	0,783	3,188	1,540			
ETTm1	96	0,293	0,346	0,290	0,342	0,299	0,343	0,326	0,390	0,510	0,492	0,626	0,560	0,543	0,510	0,600	0,546	20/720	0,234	0,186
	192	0,333	0,370	0,332	0,369	0,335	0,365	0,365	0,415	0,514	0,495	0,725	0,619	0,557	0,537	0,837	0,700			
	336	0,369	0,392	0,366	0,392	0,369	0,386	0,392	0,425	0,510	0,492	1,005	0,741	0,754	0,655	1,124	0,832			
	720	0,416	0,420	0,420	0,424	0,425	0,421	0,446	0,458	0,527	0,493	1,133	0,845	0,908	0,724	1,153	0,820			
ETTm2	96	0,166	0,256	0,165	0,255	0,167	0,260	0,180	0,271	0,205	0,293	0,355	0,462	0,435	0,507	0,768	0,642	20/720	0,173	0,221
	192	0,223	0,296	0,220	0,292	0,224	0,303	0,252	0,318	0,278	0,336	0,595	0,586	0,730	0,673	0,889	0,757			
	336	0,274	0,329	0,278	0,329	0,281	0,342	0,324	0,364	0,343	0,379	1,270	0,871	1,201	0,845	1,318	0,872			
	720	0,362	0,385	0,367	0,385	0,397	0,421	0,410	0,420	0,414	0,419	3,001	1,267	3,625	1,451	3,018	1,328			

(источник: составлено авторами)

При этом несмотря на то, что обучение оркестра ApaLMS проводилось для каждого набора данных по отдельности, усредненные метрики качества прогноза (MAE и MSE) по всем наборам рассматриваемых временных рядов сопоставимы с результатами моделей – аналогов. Это свидетельствует о том, что даже при отсутствии явного совместного обучения на множестве рядов, предложенная архитектура обеспечивает уровень точности, не уступающий современным специализированным решениям для долгосрочного прогнозирования временных рядов.

Заключение

В работе описан оркестр ApaLMS прогнозирования значений временных рядов на базе модели ApaFinder прогноза патчей последовательностей и алгоритма кластеризации данных ApaCluster. Благодаря сопоставлению данных из множества временных рядов оркестр способен к обучению на расширенном объеме данных. В ходе экспериментального исследования показано, что применение оркестра ApaLMS позволяет увеличить точность прогноза как относительно денормализации прогноза ApaFinder, так и моделей – аналогов, в частности PatchTST на множественном наборе данных (прирост модели составил от 3,9% для мастер – ряда и 5,9% для зависимого ряда). Кроме того, показано что при отсутствии зависимых временных рядов ApaLMS показывает результаты, не уступающие в точности моделям – аналогам.

Таким образом, исследование показывает возможность использования многоуровневой системы прогнозирования значений временных сохраняя интерпретируемость результата и не теряя в точности и при наличие дополнительных временных рядов повышая точность прогноза.

Литература

1. Апальков, Ф. С. Поиск зависимости тенденций между родственными временными рядами на основе угловой кластеризации трендов / Ф. С. Апальков, В. П. Степанов // Искусственный интеллект в автоматизированных системах управления и обработки данных : Сборник статьи II Всероссийской научной конференции: в 5 томах, Москва, 27–28 апреля 2023 года. – Москва: КДУ, Добросвет, 2023. – С. 50-54. – ЭДН МУГКТЛ.

2. Апальков, Ф. С. Метод кластеризации данных временных рядов для прогнозирования их следующих значений / Ф. С. Апальков // Цифровая трансформация социальных и экономических систем : Материалы международной научно-практической конференции, Москва, 27 января 2023 года / Отв. редактор И.А. Королькова. – Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2023. – С. 1263-1273. – ЭДН ТЕЛПТ.

3. Ни Й., Нгуен Н. Х., Синтонг П., Калагнанам Дж. Временной ряд стоит 64 слов: долгосрочное прогнозирование с помощью трансформаторов // Препринт arXiv. 2022. arXiv:2211.14730. URL: https://arxiv.org/abs/2211.14730 (дата обращения: 21.05.2026).

4. Полякова, Т. Н. Российский рынок действий: динамика и состояние / Т. Н. Полякова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – Т. 12, № 3(336). – С. 93-106. – ЭДН VQGBRX.

5. Воробьева, Е. И. Российский рынок действий: эволюция, современное состояние и перспективы развития / Е. И. Воробьева, Е. Д. Лейбюк, О. Г. Блажевич // Бюллетень науки и практики. – 2016. – № 7(8). – С. 111-118. – DOI 10.5281/zenodo.58099. – ЭДН ВФИУРР.

6. Цзэн А., Чен М., Чжан Л., Сюй К. Эффективны ли трансформаторы для прогнозирования временных рядов? // Процесс. AAAI. 2023. Том. 37. № 9. С. 11121–11128. DOI: https://doi.org/10.1609/aaai.v37i9.26317.

7. Zhou T., Ma Z., Wen Q. et al. FEDformer: Frequency Enhanced Decomposed Transformer for Long-term Series Forecasting // Proc. ICML. 2022. PMLR v. 162. URL: https://arxiv.org/abs/2201.12740 (дата обращения: 21.05.2026).

8. Wu H., Xu J., Wang J., Long M. Autoformer: Decomposition Transformers with Auto-Correlation for Long-Term Series Forecasting // Advances in Neural Information Processing Systems. 2021. URL: https://arxiv.org/abs/2106.13008 (дата обращения: 21.05.2026).

9. Zhou H., Zhang S., Peng J. et al. Informer: Beyond Efficient Transformer for Long Sequence Time-Series Forecasting // Proc. AAAI. 2021. Vol. 35. No. 12. P. 11106–11115. DOI: https://doi.org/10.1609/aaai.v35i12.17325.

10. Li S., Jin X., Xuan Y. et al. Enhancing the Locality and Breaking the Memory Bottleneck of Transformer on Time Series Forecasting // Advances in Neural Information Processing Systems. 2019. URL: https://arxiv.org/abs/1907.00235 (дата обращения: 21.05.2026).

11. Лю С., Ю Х., Ляо С. и др. Pyraformer: пирамидальное внимание низкой сложности для моделирования и прогнозирования долгосрочных временных рядов // Учеб. ICLR. 2022. URL: https://openreview.net/forum?id=0EXmFzUn5I (дата обращения: 21.05.2026).

Two-level time series forecasting based on the ApaFinder model and the ApaLMS orchestra of regressors over patch clusters

Apalkov F.S.
Moscow University named after S.Yu. Witte

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

This article examines an approach to numerical forecasting of time series values using a specialized ApaLMS model orchestra based on the ApaFinder model for predicting time series patch cluster labels. It is shown that separately trained ApaLMS orchestra elements produce more accurate value forecasts than denormalized ApaFinder model output. It is also demonstrated that with multiple time series, it is possible to train orchestra elements on matched intervals, increasing the training sample size without significant loss of accuracy. An experimental study was conducted to obtain forecast accuracy results for the orchestra of models and compare them with denormalized ApaFinder output and similar models.

Keywords: dynamic forecasting, time series, multilevel model, ApaLMS orchestra, neural network regressors, patch clusters, cluster matching, multiple time series.

References

1. Apalkov, F. S. Search for dependencies of trends between related time series based on angular clustering of trends / F. S. Apalkov, V. P. Stepanov // Artificial intelligence in automated control systems and data processing: Collection of articles of the II All-Russian scientific conference: in 5 volumes, Moscow, April 27–28, 2023. – Moscow: KDU, Dobrosvet, 2023. – P. 50–54. – EDN MUGCTL.
2. Apalkov, F. S. Method of clustering time series data for forecasting their next values / F. S. Apalkov // Digital transformation of social and economic systems: Proceedings of the international scientific and practical conference, Moscow, January 27, 2023 / Ed. I.A. Korolkova. - Moscow: Moscow University named after S. Yu. Vitte, 2023. - pp. 1263-1273. - EDN TEELPT.
3. Nie Y., Nguyen N. H., Sinthong P., Kalagnanam J. A Time Series is Worth 64 Words: Long-Term Forecasting with Transformers // arXiv preprint. 2022. arXiv:2211.14730. URL: https://arxiv.org/abs/2211.14730 (accessed: 21.05.2026).
4. Polyakova, T. N. Russian stock market: dynamics and state / T. N. Polyakova // National interests: priorities and security. - 2016. - Vol. 12, No. 3 (336). - P. 93-106. - EDN VQGBRX.
5. Vorobyeva, E. I. Russian stock market: evolution, current state, and development prospects / E. I. Vorobyeva, E. D. Leybyuk, O. G. Blazhevich // Bulletin of science and practice. - 2016. - No. 7(8). - P. 111-118. - DOI 10.5281/zenodo.58099. - EDN WFIURR.
6. Zeng A., Chen M., Zhang L., Xu Q. Are Transformers Effective for Time Series Forecasting? // Proc. AAAI. 2023. Vol. 37. No. 9. P. 11121–11128. DOI: https://doi.org/10.1609/aaai.v37i9.26317.
7. Zhou T., Ma Z., Wen Q. et al. FEDformer: Frequency Enhanced Decomposed Transformer for Long-term Series Forecasting // Proc. ICML. 2022. PMLR v. 162. URL: https://arxiv.org/abs/2201.12740 (access date: 05/21/2026).
8. Wu H., Xu J., Wang J., Long M. Autoformer: Decomposition Transformers with Auto-Correlation for Long-Term Series Forecasting // Advances in Neural Information Processing Systems. 2021. URL: https://arxiv.org/abs/2106.13008 (access date: 05/21/2026).
9. Zhou H., Zhang S., Peng J. et al. Informer: Beyond Efficient Transformer for Long Sequence Time-Series Forecasting // Proc. AAAI. 2021. Vol. 35.No. 12. P. 11106–11115. DOI: https://doi.org/10.1609/aaai.v35i12.17325.
10. Li S., Jin X., Xuan Y. et al. Enhancing the Locality and Breaking the Memory Bottleneck of Transformer on Time Series Forecasting // Advances in Neural Information Processing Systems. 2019. URL: https://arxiv.org/abs/1907.00235 (date of access: 21.05.2026).
11. Liu S., Yu H., Liao C. et al. Pyraformer: Low-Complexity Pyramidal Attention for Long-Range Time Series Modeling and Forecasting // Proc. ICLR. 2022. URL: https://openreview.net/forum?id=0EXmFzUn5I (date of access: 21.05.2026).

Матричные модели взаимодействий и математическое описание профиля человека

Киселев Даниил Андреевич
студент, направление подготовки Прикладная математика и информатика, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, daniilkiselev38689@gmail.com,

Газуль Станислав Михайлович
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры информатики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, stanislav@gazul.ru

В статье предлагается оригинальная математическая модель — матричный профиль человека (МПЧ) — как формальный инструмент количественного описания индивидуальных характеристик и оценки эффективности взаимодействия между людьми. МПЧ представляет собой матрицу, элементы которой отражают численные оценки параметров личности (интеллект, коллаборация, навыки презентации и др.) в заданном диапазоне. Для измерения совместимости и эффективности совместной деятельности вводится операция «содействия», учитывающая зависимые и независимые параметры через поэлементное усреднение и операторы экстремума соответственно. Дополнительно рассматривается параметризованная модель профиля с унифицированным шаблоном параметров и механизмом обработки сопряжённых характеристик, взаимно влияющих друг на друга. Статья включает численные примеры, рекомендации по нормализации шкал, обработке пропущенных значений методами импутации, а также обоснование области применения модели: подбор проектных команд, формирование учебных групп, рекрутинг персонализация игровых систем, формирование новых моделей данных для систем хранения данных. Подчёркивается, что МПЧ является абстрактным теоретическим конструктом и не претендует на описание реальной психики человека.

Ключевые слова: матричный профиль человека, математическое моделирование, операция содействия, матричные модели, модели данных.

В условиях повсеместной цифровой трансформации различных процессов, современные компьютерные системы должны развиваться с достаточно высокой скоростью. Такое развитие должно предполагать развитие подходов к хранению и обработке цифровых данных, что в свою очередь, часто связано с попытками применения новых структур данных и подходов к работе с ними [1-2]. Идея описать личность с помощью математики не нова, этим занимались учёные разных областей и использовали различные методы. Однако как именно формально описывать взаимодействие людей, не совсем ясно. В статье предлагается простая математическая модель — матричный профиль человека (МПЧ). В этом профиле фиксируются индивидуальные параметры и моделируется их совместное поведение [3-4]. Такая модель является именно теоретической, то есть не представляющей описание психики. Задача данного конструкта — служить абстрактным инструментом для выявления общих структур и закономерностей в коммуникации.

Главная цель — показать, что даже такие аспекты, как совместимость или эффективность сотрудничества, можно выразить через математические операции, если задать понятные правила обработки данных. Эта идея может стать базой для более сложных систем: от моделей машинного обучения до симуляторов командной работы, где нужно оценивать взаимодействие участников количественно. При этом важно помнить: МПЧ описывает не настоящих людей, а условные профили. В реальности человек меняется, и его параметры нельзя зафиксировать в одной таблице.

Введём термин «Матричный профиль человека» (МПЧ), авторы статьи предлагают называть матрицу $P \in R^{m \times n}$, где строки индексируют наборы однородных параметров (например, разные области интеллекта: математика, биология, язык и т.д.), а столбцы — типы характеристик (например, интеллект, коллаборация, презентация и другие). Каждый элемент $p_{ij} \in [-10,10]$ — числовая оценка соответствующего параметра.

При использовании указанного подхода могут описываться полные и не полные профили. Полный МПЧ — профиль, содержащий все релевантные параметры. Неполный МПЧ — профиль, у которого отсутствуют (k) строк и/или столбцов (пропуски). Обработка пропусков обсуждается ниже.

Рассмотрим математическую операцию «содействие»:

Зададим операцию S (содействие), которая на вход принимает набор профилей $\{P^{(1)}, P^{(2)}, \dots, P^{(r)}\}$ одинакового размера m×n и выдаёт скаляр $S(\{P^t\}) \in R$ — оценку совместимости/эффективности совместной деятельности.

Основной принцип: для «зависимых» столбцов (например, интеллект и коллаборация) агрегируем значения поэлементно (среднее арифметическое по матрицам). Для «независимых» столбцов (например, умение презентовать — берём лучший показатель) используем оператор экстремума (max или min в зависимости от смысла). Каждой колонке j приписан вес $w_j \geq 0$ (важность типа параметра). Для каждой строки i считаем строковую агрегированную оценку r_i (включая нормировку по числу элементов в строке).

Финальная оценка — взвешенная сумма строковых оценок (возможно с дополнительными поправочными коэффициентами p_i моделирующими неопределённость/обстоятельства).

Пусть есть два профиля (для простоты обозначим $A = P^{(1)}$, $B = P^{(2)}$).

Разделим индексы столбцов на множество зависимых D и независимых I: $D \cup I = \{1, \dots, n\}, D \cap I = \emptyset$.

Агрегация по элементам (см. формулу 1):

$$\underline{p_{ij}} = \begin{cases} \frac{1}{r}\sum_{t=1}^{r} P_{ij}^{(t)}, j \in D \text{ (среднее)} \\ max_{(t=1,\dots,r)} P_{ij}^{(t)}, j \in I \text{ (максимум)} \end{cases} (1)$$

(в общем случае вместо max можно брать min, медиану или другую функцию).

Взвешенная сумма внутри строки i: $s_i = \frac{p_i}{n}\sum_{j=1}^{n} \omega_j \underline{p_{ij}}$, где $p_i > 0$ — поправочный коэффициент, моделирующий внешние условия/стохастичность для строки i. (Деление на n — простая нормировка по размеру строки; можно нормировать по сумме весов $\sum_{j=1} \omega_j$)

Итоговое значение (скаляр) показано ниже, см. формулу 2.

$$S(A, B, \dots) = \sum_{i=1}^{m} s_i = \sum_{i=1}^{m} \frac{p_i}{n}\sum_{j=1}^{n} \omega_j \underline{p_{ij}}. (2)$$

Замечание: это работает как для строк, так и для столбцов (в зависимости от условия).

Рассмотрим, как следует выполнять обработку пропусков (импутацию). Если в матрице отсутствуют значения, простая стратегия — импутация средним по строке или по столбцу; более продвинутые — метод множественной импутации (MICE), регрессионная импутация и т.п. Простая импутация удобна, но снижает дисперсию и может смещать оценки; для серьёзных исследований рекомендуют множественную импутацию или методы на базе машинного обучения.

При малом числе пропусков (несколько элементов) — можно заменить средним по соответствующей строке (или столбцу). При значительном количестве пропусков — применять MICE или регрессионную импутацию и оценивать чувствительность результатов к выбранному способу.

Нормализация и выбор коэффициентов. Нормализация шкал. Перед объединением профилей важно привести шкалы к единой нормировке (например, [-10, 10] или [0, 1]). Без этого веса ω_j оказываются несопоставимы. Без нормировки значения параметров разных шкал могут быть несопоставимы, и весовые коэффициенты ω_j теряют корректность.

Выбор весов ω_j. Веса можно задать экспертно, обучить из данных (например, оптимизация по историческим метрикам эффективности), или вывести из анализа важности (регрессия / feature importance).

Поправочные коэффициенты p_i. Если вы хотите моделировать внешние факторы (например, стресс в конкретной задаче), можно ввести $p_i \in (0,2)$ и калибровать их эмпирически.

Рассмотрим пример. Условие: для двух студентов — Алексея и Валентина установлена задача: разработать научный проект вдвоём и впоследствии презентовать его. Для комиссии важнее всего оценить интеллектуальные способности и умение работать в команде студентов. Ранее разные преподаватели выставили оценки по их умениям и знаниям.

Сформулируем задачу: пусть A — матричный профиль первого человека, а B — второго. Каков будет итог их научной деятельности (разработать проект и презентовать его), если они будут работать вместе, причём результат на первом месте?

Пусть каждый столбец будет отвечать за определённый параметр. Первые два зависимые: интеллект, коллаборация, а третий независимый: умение презентовать. В процессе важен интеллектуальный и коллаборационный вклад в работу, поэтому параметры студентов зависят друг от друга, однако на презентации они договорятся выступать так, чтобы рассказывали только о том, в чём хорошо разбираются, поэтому эти параметры независимы.

Веса: $\omega_1 = 1$ (интеллект), $\omega_2 = 1$ (коллаборация), $\omega_3 = 0.5$ (презентация).

Количество строк m=3 (три области/ситуации).

Берём два профиля (A) и (B), где все элементы $\in [-10,10]$, см. формулу 3:

$$A = \begin{pmatrix} 8 & 7 & 6 \\ 5 & 6 & 4 \\ 7 & 8 & 5 \end{pmatrix} B = \begin{pmatrix} 6 & 9 & 4 \\ 7 & 5 & 6 \\ 8 & 6 & 7 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Шаг 1 — агрегация по элементам. (среднее для столбцов 1 и 2; максимум для столбца 3).

Для j=1 (интеллект), среднее по матрицам:

- строка 1: (8 + 6) / 2 = 14 / 2 = 7.
- строка 2: (5 + 7) / 2 = 12 / 2 = 6.
- строка 3: (7 + 8) / 2 = 15 / 2 = 7,5.

Для j=2 (коллаборация), среднее:

- строка 1: (7 + 9) / 2 = 16 / 2 = 8.
- строка 2: (6 + 5) / 2 = 11/2 = 5,5.
- строка 3: (8 + 6) / 2 = 14 / 2 = 7.

Для j=3 (умение презентовать), максимум по матрицам:

- строка 1: max(6, 4) = 6.
- строка 2: max(4, 6) = 6.
- строка 3: max(5, 7) = 7.

Итого агрегированная матрица $\underline{P}$, см. формулу 4:

$$\bar{P} = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 6 \\ 6 & 5{,}5 & 6 \\ 7{,}5 & 7 & 7 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Шаг 2 — взвешенные оценки по столбцам s_i (берём $p_1 = 1$) для всех i).

Формула: $s_i = \frac{p_i}{n} \sum_{j=1}^{n} \omega_j \underline{p_{ij}}$, где n=3.

- Для столбца 1: $s_1 = \frac{7+6+7.5}{3} * 1 = 6\frac{5}{6}$.
- Для столбца 2: $s_2 = \frac{8+7+5.5}{3} * 1 = 6\frac{5}{6}$.
- Для столбца 3: $s_3 = \frac{6+6+7}{3} * 0.5 = 3\frac{1}{6}$.

Шаг 3 — итоговая оценка S: $S = s_1 + s_2 + s_3 = 6\frac{5}{6} + 6\frac{5}{6} + 3\frac{1}{6} = 16\frac{5}{6}$.

Возможная интерпретация решения: если в задаче требуется булев ответ «успех/неуспех» с порогом T=5, то $S=16\frac{5}{6} > 5$ — получается «истина».

Рассмотрим также создания параметризованного профиля. В этой части рассмотрим иной способ задания параметров в матричном профиле человека. В отличие от первой модели, где характеристики могли повторяться или делиться на зависимые и независимые группы, теперь для каждой задачи создаётся единый шаблон параметров, одинаковый для всех рассматриваемых людей. Каждый параметр в этом шаблоне уникален и несёт самостоятельную смысловую нагрузку. Такая структура делает данные более компактными, упрощает хранение и обработку в компьютерных системах и позволяет проводить сравнение между участниками без дополнительного пояснения значений каждой позиции.

Шаблон и структура параметров. Шаблон представляет собой фиксированную матрицу (или таблицу) параметров, созданную для конкретной области применения — например, для оценки командной эффективности, психологической совместимости или профессиональных качеств.

Для каждого человека создаётся профиль $P^{(t)} = (p_{ij}^{(t)})$, где каждая ячейка $p_{ij}^{(t)}$ описывает конкретное свойство (параметр) из шаблона. В отличие от предыдущей модели, все параметры уникальны: один столбец — один смысл. Диапазон допустимых значений задаётся заранее (например, от 0 до 10 или от –1 до 1).

Дополнительно вводятся сопряжённые параметры — пары или группы величин, которые изменяются взаимно: при увеличении одной характеристики другая уменьшается. Это отражает реальную зависимость (например, «интуиция — рациональность», «самоконтроль — спонтанность»). Для таких параметров результат учитывает их взаимное влияние.

Далее будет показан алгоритм вычисления для операции содействия. Так как структура профиля изменилась, операция содействия также требует нового определения. Она теперь выполняется в четыре основных шага.

Шаг 1. Агрегирование. Для каждого элемента шаблона объединяются значения параметров из всех рассматриваемых профилей (например, нескольких людей). Возможные способы: усреднение (для сбалансированных параметров), выбор максимума или минимума (для независимых или критических параметров).

Шаг 2. Взвешивание. Каждый параметр умножается на свой вес ω_{ij}, который отражает его важность в данной задаче.

Шаг 3. Коррекция сопряжённых параметров. Если параметр x_a сопряжён с x_b, то их совместное влияние выражается преобразованием $x_a{}' = x_a(L - x_b)$, где L — верхняя граница шкалы (например, 10). Это означает, что рост одного параметра уменьшает итоговое значение другого.

Шаг 4. Итоговое преобразование. После всех преобразований складываются полученные значения — как скорректированные сопряжённые параметры, так и те, которые не имели связей. Сумма отражает общую оценку взаимодействия (или результат работы модели).

Рассмотрим формулу обобщённой операции содействия (см. формулу 5).

$$S = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \omega_{ij} f(p_{ij}^{(1)}, p_{ij}^{(2)}, \dots, p_{ij}^{(r)}) + \sum_{(a,b)\in C} \omega_{ab}{}' g(p_a, p_b), \quad (5)$$

где:

- $p_{ij}^{(t)}$ — значение параметра из профиля ttt-го человека;
- $f(\dots)$ — агрегирующая функция (среднее, максимум или минимум);
- ω_{ij} — вес параметра;
- C — множество пар сопряжённых параметров;
- $g(p_a{}', p_b{}')$ — функция, описывающая взаимное влияние сопряжённых параметров (например, $p_a{}' = p_a(L - p_b)$);
- $\omega_{ab}{}'$ — вес, отражающий значимость данной пары;
- S — итоговая интегральная оценка взаимодействия.

Полученная модель остаётся совместимой с предыдущим подходом, но теперь каждая позиция в профиле имеет фиксированный смысл и может быть напрямую интерпретирована. Система шаблонов позволяет:

- адаптировать профиль под конкретные задачи (например, оценка руководителей, подбор команд, анализ когнитивных стилей);
- хранить и обрабатывать профили автоматически;
- использовать одни и те же алгоритмы для разных наборов людей без изменения структуры данных.

Сопряжённые параметры делают модель более гибкой: она позволяет учитывать реальные зависимости между характеристиками, что особенно полезно в психометрических и социологических исследованиях.

Новая реализация операции содействия вводит единый параметризованный шаблон и позволяет учитывать взаимные зависимости параметров. Это приближает модель к практическим задачам анализа данных и создаёт основу для дальнейшего включения машинного обучения и оптимизации весов на реальных выборках.

Теоретический максимум итоговой оценки. При работе с параметризованным профилем полезно знать, какое наибольшее значение может принимать итоговая величина S.

Определение максимального значения проводится по тем же правилам, что используются в самой операции содействия, но с заменой фактических значений на их предельные величины согласно шкале параметров.

Чтобы найти максимально возможный итог, мы мысленно подставляем в шаблон такие значения параметров, которые дают наибольший вклад на каждом этапе: при агрегировании, при взвешивании, при обработке сопряжённых параметров, при итоговой свёртке.

Рассмотрим алгоритм определения максимума. Определяем верхнюю границу шкалы. Пусть каждый параметр может принимать значения от 0 до L. Эта величина задаётся заранее.

Выбираем предельные значения для каждого параметра. Для обычных параметров, которые не участвуют в сопряжении, максимальный вклад достигается при значении L. Для сопряжённых параметров важен способ вычисления итогового значения. В нашей модели итог для пары x_1, x_2 задаётся выражением вида $x' = x_1 * (L - x_2)$, поэтому максимум достигается при: $x_1 = L$, $x_2 = 0$. То есть один параметр берётся на верхней границе шкалы, а сопряжённый — на нижней.

Учитываем веса. Если вес параметра ω больше единицы, он увеличивает предел соответствующего вклада пропорционально. Складываем максимально возможные вклады всех параметров. Итоговый максимум S_{max} — это сумма: максимального значения для сопряжённых параметров (как единого результата), максимальных значений для всех независимых параметров.

Например, требуется оценить, насколько хорошо три человека (A, B и C) подойдут для совместной работы над маленьким техническим проектом. Шаблон параметров задан заранее. Важны все детали выполнения задачи равноценно.

Описание параметров:

– P_1 — техническая аккуратность: насколько человек склонен делать работу без ошибок. (В этой задаче важно, чтобы в команде был хотя бы один очень аккуратный участник, поэтому здесь берём максимум).

– P_2 — гибкость в подходах: насколько человек легко меняет способ решения, если появляется новая информация. Этот параметр — сопряжённый с аккуратностью: чем выше аккуратность, тем сильнее «фиксированность» в методах, и наоборот.

– P_3 — скорость выполнения задач. Независимый параметр — среднее по команде.

Шкала у всех параметров: от 0 до 5.

Для этой задачи задан единый шаблон параметров с тремя уникальными характеристиками (одна строка, три параметра):

– P_1 — параметр 1 (сопряжён с P_2);
– P_2 — параметр 2 (сопряжён с P_1);
– P_3 — параметр 3 (независимый).

Профили:

– A = [3, 2, 4],
– B = [0, 1 ,3],
– C = [2, 3 ,2].

Задача: по этим трём профилям получить итоговую оценку взаимодействия S по алгоритму параметризованного профиля с учётом сопряжённых параметров P_1 и P_2. Пусть веса для трёх параметров одинаковы $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 1$; верхняя граница шкалы для сопряжения L=5. Эти значения взяты для наглядности и компактности вычислений.

Шаг 1. Агрегирование по элементам (усреднение). Для каждого параметра усредним значения по трём профилям.

– Для P_1: $P_1 = p_1 = max(3,0,2) = 3$.
– Для P_2: $P_2 = p_2 = \frac{2+1+3}{3} = 2$.
– Для P_3: $P_3 = p_3 = \frac{4+3+2}{3} = 3$.

Итого агрегированный вектор параметров: $P = [3, 2, 3]$.

Шаг 2. Взвешивание. Умножаем каждую усреднённую величину на соответствующий вес ω_j. При наших допущениях веса равны 1, поэтому значения не изменяются: вектор взвешенных значений V = [3, 2 ,3].

Шаг 3. Коррекция сопряжённых параметров. Параметры P_1 и P_2 сопряжены — рост одного уменьшает вклад другого. Используем преобразование $x' = x * (L - y)$, где x и y — взвешенные значения сопряжённых параметров, а L — верхняя граница шкалы.

Подставляем наши числа и L=5, см. формулу 6:

$v_1{}' = v_1 * (L - v_2) = 3 * (5 - 2) = 3 * 3 = 9$ (6)

Параметр P_3 не сопряжён и остаётся без изменения.

Шаг 4. Итог. Складываем итог сопряжённой пары и оставшиеся (несопряжённые) параметры: $S = v_1{}' + v_3 = 9 + 3 = 12$.

Интерпретация результата. Итоговая оценка S=12 — числовая мера объединённого эффекта трёх профилей при выбранных правилах агрегирования, весах и трактовке сопряжённой пары. Команда в целом работоспособна и способна решить стандартную задачу без экстраординарных усилий, но для сверхсложных или критичных по срокам проектов её подготовленности может не хватить — потребуются либо усиление по ключевой компетенции, либо перераспределение ролей.

Рассмотрим основные сценарии применения описанных подходов.

Сценарий 1: подбор проектных команд. Модель формализует требования к ролям и оценивает соответствие кандидатов через меру содействия между профилями. Это позволяет формировать команды на основе совместимости навыков и поведенческих характеристик. Для проверки необходимы: A/B-тестирование, ретроспективный анализ прошлых проектов и оценка чувствительности модели.

Сценарий 2: формирование учебных групп. В образовании модель позволяет автоматически группировать студентов по совместимости или контрасту характеристик. Рекомендуется тестирование на отдельных курсах с оценкой качества работ и удовлетворённости студентов. Важно избегать жёсткой оценки личности, сохраняя прозрачность группировки.

Сценарий 3: рекрутинг. Модель заменяет расплывчатые критерии оценкой соответствия кандидата вакансии и команде. Верификация требует сравнения прогнозов с успешностью найма через 3-6 месяцев и исключения защищённых признаков.

Сценарий 4: персонализация неигровых персонажей (Non-Player Character, NPC) в видеоиграх. Профили игроков и NPC позволяют выбирать диалоговые ветки и задания, соответствующие характеристикам игрока (аналитичность, социальность).

Сценарий 5: динамическая сложность в видеоиграх. Система подбирает уровень сложности на основе совместимости профиля игрока с задачами, избегая фрустрации при сохранении вызова.

Дополнительные варианты применения описанных подходов и моделей могут заключаться в создании новых моделей данных для компьютерных систем хранения данных [5-8]. Такие модели данных будут предполагать описание объектов данных с применением матричных профилей, что может позволить значительно ускорить обработку некоторых видов данных в таких системах.

Литература

1. Абашин, В. Г. Экология данных / В. Г. Абашин. – Москва : ООО "Издательство "Мир науки", 2025. – 117 с. – ISBN 978-5-908044-08-0. – DOI 10.15862/46MNNPM25. – EDN EKALDZ.

2. Бронников, Г. А. Обзор механизмов обеспечения информационной безопасности в Postgresql / Г. А. Бронников, Л. Ф. Фаткуллина // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и использования : Материалы международной научно-практической конференции, Казань, 19–20 марта 2026 года. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2026. – С. 1888-1892. – EDN STVXNS.

3. Банникова, Т. М. Избранные вопросы линейной алгебры. Матрицы и определители : Учебно-методическое пособие / Т. М. Банникова, Н. А. Баранова. – Ижевск : Удмуртский государственный университет, 2024. – 58 с. – EDN HBIJXO.

4. Говголенко, Е. А. Генерация матрицы подстановок при помощи нелинейных отображений / Е. А. Говголенко // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – 2011. – № 8. – С. 129-131. – EDN QOYAUF.

5. Газуль, С. М. Базы данных: основы реляционной модели данных и СУБД MariaDB : учебное пособие / С. М. Газуль. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2024. – 77 с. – ISBN 978-5-7310-6420-0. – EDN IJWPLU.

6. Газуль, С. М. Программные средства и платформы информационной инфраструктуры предприятия : учебное пособие / С. М. Газуль. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный экономический университет", 2025. – 82 с. – ISBN 978-5-7310-6784-3. – EDN CGNGWG.

7. Газуль, С. М. Сравнительный анализ вики-движков с открытым исходным кодом для систем коллективного управления знаниями / С. М. Газуль, М. Д. Ищенко, Е. И. Милова // Инновации и инвестиции. – 2026. – № 3. – С. 471-474. – EDN JFSKUW.

8. Пушкарев, Д. И. Разработка low-code платформы для цифровизации бизнес-процессов организаций малого и среднего бизнеса / Д. И. Пушкарев, С. М. Газуль // Экономика строительства. – 2025. – № 11. – С. 543-547. – EDN RBOHIK.

Matrix interaction models and mathematical description of the human profile

Kiselev D.A., Gazul S.M.
Saint Petersburg State University of Economics

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article introduces a novel mathematical model — the Matrix Human Profile (MHP) — as a formal tool for the quantitative description of individual characteristics and the assessment of interaction effectiveness between people. The MHP is defined as a matrix, whose elements represent numerical evaluations of personality parameters (intelligence, collaboration, presentation skills, etc.) within a predefined range. A core operation termed "facilitation" is introduced to measure compatibility and collaborative efficiency, distinguishing between dependent parameters (aggregated via element-wise averaging) and independent parameters (processed using extremum operators). A parameterized profile extension is also proposed, featuring a unified parameter template and a mechanism for handling conjugate characteristics that exert mutual influence on one another. The article provides numerical examples, recommendations for scale normalization, missing value imputation strategies (including MICE), and justification for practical application domains such as project team selection, academic group formation, recruitment, game system personalization and formation of new data models for data storage systems. The authors emphasize that the MHP is a theoretical abstract construct and is not intended as a substitute for clinical or psychological assessment.

Keywords: matrix human profile, mathematical modeling, facilitation operation, matrix-based models, data models.

References

1. Abashin, V. G. Data Ecology / V. G. Abashin. – Moscow : OOO "Izdatelstvo "Mir Nauki", 2025. – 117 p. – ISBN 978-5-908044-08-0. – DOI 10.15862/46MNNPM25. – EDN EKALDZ.
2. Bronnikov, G. A. Review of information security mechanisms in Postgresql / G. A. Bronnikov, L. F. Fatkullina // Digital systems and models: theory and practice of design, development and use: Proceedings of the international scientific and practical conference, Kazan, March 19–20, 2026. – Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2026. – Pp. 1888–1892. – EDN STVXNS.
3. Bannikova, T. M. Selected topics of linear algebra. Matrices and determinants: Textbook and methodological manual / T. M. Bannikova, N. A. Baranova. - Izhevsk: Udmurt State University, 2024. - 58 p. - EDN HBIJXO.
4. Govgolenko, E. A. Generation of a permutation matrix using nonlinear mappings / E. A. Govgolenko // Works of young scientists of Altai State University. - 2011. - No. 8. - Pp. 129-131. - EDN QOYAUF.
5. Gazul, S. M. Databases: Fundamentals of the relational data model and the MariaDB DBMS: a tutorial / S. M. Gazul. - St. Petersburg: St. Petersburg State University of Economics, 2024. - 77 p. - ISBN 978-5-7310-6420-0. - EDN IJWPLU.
6. Gazul, S. M. Software and platforms for the enterprise information infrastructure: a tutorial / S. M. Gazul. - Saint Petersburg: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State University of Economics", 2025. - 82 p. - ISBN 978-5-7310-6784-3. - EDN CGNGWG.
7. Gazul, S. M. Comparative analysis of open-source wiki engines for collaborative knowledge management systems / S. M. Gazul, M. D. Ishchenko, E. I. Milova // Innovations and Investments. - 2026. - No. 3. - Pp. 471-474. - EDN JFSKUW.
8. Pushkarev, D. I. Development of a low-code platform for digitalization of business processes of small and medium-sized businesses / D. I. Pushkarev, S. M. Gazul // Construction Economics. – 2025. – No. 11. – P. 543-547. – EDN RBOHIK.

Эконометрическое моделирование и оптимизация канального микса омниканального ритейла: панельный подход

Ермолаев Алексей Сергеевич
аспирант, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Aleml163@yandex.ru,

Мусина Ольга Валерьевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, musina_olga@inbox.ru

Эконометрические методы идентификации детерминант прибыльности и оптимизации инвестиций в омниканальном ритейле (мебель, 3 канала). Обоснованы панельная регрессия, индекс синергии OSI, нелинейная оптимизация и ECM-модель. Для стратегий на 3–5 лет.
Ключевые слова: панельная регрессия, фиксированные эффекты, EBITDA, синергия каналов, каннибализация, индекс OSI, оптимизация инвестиций, функция Кобба–Дугласа, ECM, экономическая безопасность.

Задача управления портфелем каналов омниканального ритейла требует применения эконометрического аппарата для оценки детерминант прибыльности по каналам и методов оптимизации для выбора итоговой структуры инвестиций. Экстенсивная логика развития — открытие новых точек присутствия вне зависимости от их индивидуальной экономики — исчерпала себя задолго до нынешней макроэкономической турбулентности [5]. В этих условиях проблема выбора оптимального микса каналов с горизонтом планирования 3–5 лет является классической задачей распределения ресурсов в условиях неопределённости [4].

Настоящая статья является второй в серии работ, посвящённых математико-статистическому моделированию прибыльного роста омниканального ритейла. В первой статье были систематизированы понятийный аппарат, обоснована трёхиндексная структура панельного датасета $D = \{(r, c, t)\}$ и трёхуровневая таксономия показателей прибыльного роста $F = \{F_1, F_2, F_3\}$. Настоящая статья посвящена эконометрической идентификации детерминант прибыльности каналов и оптимизации распределения инвестиций.

Цель настоящей статьи — обосновать систему эконометрических моделей для идентификации межканальных эффектов и предложить нелинейную оптимизационную задачу распределения инвестиций между каналами омниканального ритейла мебели и товаров для дома.

1. Эконометрическая идентификация детерминант прибыльности каналов

Необходимость применения именно панельной регрессии обусловлена структурой данных: наблюдения имеют два измерения — пространственное (регионы и каналы) и временное (квартальные периоды). Панельные данные обеспечивают большую вариабельность и меньшую мультиколлинеарность по сравнению с поперечными данными [6], а также позволяют контролировать ненаблюдаемую индивидуальную неоднородность (unobserved heterogeneity), связанную со спецификой каждого региона и канала — что устраняет смещение оценок из-за пропущенных переменных.

Базовая спецификация модели имеет вид:

$$EBITDA_{r,c,t} = \alpha + \beta^T X_{r,c,t} + \gamma^T Z_{r,t} + \eta_r + \lambda_c + \delta_t + \varepsilon_{r,c,t}$$

где $X_{r,c,t}$ — вектор внутренних факторов канала (количество чеков, средний чек, OPEX, доля возвратов, рейтинг канала); $Z_{r,t}$ — вектор макроэкономических переменных региона (ВРП, численность населения, ИПЦ); η_r — фиксированный эффект региона; λ_c — фиксированный эффект канала; δ_t — фиксированный эффект периода; $\varepsilon_{r,c,t}$ — идиосинкразическая ошибка.

Модель представляет собой **three-way fixed effects** спецификацию. Включение трёх групп фиксированных эффектов позволяет контролировать все ненаблюдаемые факторы, постоянные в пределах каждого измерения (региона, канала, периода), что обеспечивает идентификацию коэффициентов β и γ за счёт внутриндивидуальной вариации.

Выбор между моделями с фиксированными эффектами (FE) и случайными эффектами (RE) выполняется с использованием теста Хаусмана. В контексте омниканального ритейла тест Хаусмана, как правило, отвергает нулевую гипотезу, поскольку ненаблюдаемые региональные характеристики (покупательская культура, конкурентная среда) коррелируют с операционными показателями [4]. Следовательно, предпочтительной является модель FE. Оценка параметров выполняется методом внутригрупповой трансформации (within-transformation). Диагностика качества включает тест Вулдриджа на автокорреляцию первого порядка, тест Морана I на пространственную автокорреляцию и тест Бреуша–Пагана на гомоскедастичность.

Каналы продаж не функционируют изолированно, а образуют взаимозависимую систему [4], в которой изменения в одном канале могут приводить как к положительным (синергия), так и к отрицательным (каннибализация) эффектам в других каналах. Экономическая природа межканальных эффектов описывается через три механизма:

- **Информационная синергия**: покупатель, ознакомившийся с товаром в рознице (c_1), совершает покупку через интернет-магазин (c_2) или маркетплейс (c_3) — положительное влияние c_1 на c_2 и c_3.
- **Логистическая синергия**: общая складская инфраструктура позволяет снизить удельные логистические расходы для всех каналов.

- **Каннибализация**: покупатель, который приобрёл бы товар в рознице, переключается на маркетплейс из-за более низкой цены или удобства доставки — отрицательное влияние c_3 на c_1.

Таблица 1
Переменные базовой модели и ожидаемые знаки коэффициентов

Переменная	Определение	Ожидаемый знак β
n^{checks}	Количество чеков (тыс. шт.)	+
AvgCheck	Средний чек (руб.)	+
OPEX	Операционные расходы (тыс. руб.)	−
ReturnRate	Доля возвратов (%)	−
Rating	Рейтинг канала (для c_3 — маркетплейс; для c_1, c_2 — NPS)	+
ВРП	Валовой региональный продукт (млрд руб.)	+
Численность населения	Численность населения региона (тыс. чел.)	+
ИПЦ	Индекс потребительских цен (%)	−

Примечание. Ожидаемые знаки коэффициентов определены на основании теоретических предпосылок и результатов эмпирических исследований.

Для формальной идентификации межканальных эффектов в базовую модель вводятся перекрёстные переменные (cross-channel variables), отражающие деятельность смежных каналов:

$$EBITDA_{r,c,t} = \alpha + \beta^T X_{r,c,t} + \Sigma_{c' \neq c} \gamma_{c,c'} \cdot W_{r,c',t} + \theta^T Z_{r,t} + \eta_r + \lambda_c + \delta_t + \varepsilon_{r,c,t}$$

где $\gamma_{c,c'}$ — коэффициент межканального эффекта канала c' на канал c; $W_{r,c',t} = (n^{checks}_{r,c',t}, Revenue_{r,c',t})^T$ — вектор показателей смежного канала.

Для модели с тремя каналами ($c \in \{1, 2, 3\}$) существует **шесть межканальных эффектов** $\gamma_{c,c'}$. Теоретически обоснованные знаки: $\gamma_{2,1} > 0$ (розница c_1 привлекает покупателей, которые впоследствии совершают покупки через интернет-магазин c_2 — механизм «showrooming» в пользу компании; по данным [1], наличие физических магазинов увеличивает онлайн-продажи на 15–25 %); $\gamma_{1,3} < 0$ (маркетплейс c_3 оттягивает покупателей из розницы c_1 за счёт более низких цен и удобства доставки — механизм «webrooming» в пользу маркетплейса; данный эффект менее выражен для мебели с высокой степенью тактильной проверки [1]); $\gamma_{3,2} < 0$ (маркетплейс c_3 конкурирует с интернет-магазином c_2 за одного и того же онлайн-покупателя; логистическое преимущество маркетплейса снижает барьер переключения). Знаки $\gamma_{1,2}$ и $\gamma_{2,3}$ остаются неопределёнными на теоретическом уровне и подлежат эмпирической оценке.

Для оценки совокупного межканального эффекта предлагается **Индекс многоканальной синергии** (Omnichannel Synergy Index, OSI):

$$OSI_{r,t} = \Sigma\{\gamma_{c,c'}>0\} |\gamma_{c,c'}| \,/\, \Sigma\{\gamma_{c,c'}<0\} |\gamma_{c,c'}|$$

Интерпретация: $OSI > 1$ означает доминирование синергетических эффектов (омниканальная модель создаёт дополнительную ценность); $OSI < 1$ — доминирование каннибализации; $OSI = 1$ — баланс эффектов. В условиях зрелого омниканального ритейла OSI обычно превышает 1 [3]. Для российского рынка мебели, где омниканальность находится на ранней стадии развития [1], OSI может быть менее 1, что требует целенаправленных инвестиций в интеграцию каналов.

2. Оптимизация распределения инвестиций между каналами

Задача распределения инвестиционного бюджета B между каналами формализуется как задача нелинейной оптимизации с целевой функцией, объединяющей прямые эффекты каналов и межканальные взаимодействия:

$$\Delta EBITDA_total(B_1, B_2, B_3) = \Sigma_{c=1}^{3} A_c \cdot B_c^{\alpha_c} + \Sigma_{c \neq c'} \gamma_{c,c'} \cdot B_c \cdot B_{c'} \rightarrow max$$

Прямой эффект описывается производственной функцией Кобба–Дугласа, где A_c — коэффициент масштаба канала, α_c — эластичность EBITDA по инвестициям в канал c ($0 < \alpha_c < 1$, что отражает убывающую отдачу). Межканальные эффекты $\gamma_{c,c'}$ — коэффициенты, полученные из расширенной регрессионной модели (§ 2.2).

Система ограничений включает четыре группы:

1. **Бюджетное ограничение**: $\Sigma B_c \leq B$ (совокупный инвестиционный бюджет).
2. **Канальные ограничения**: $B_c^{min} \leq B_c \leq B_c^{max}$ (минимальные и максимальные инвестиции по каждому каналу, обусловленные операционными требованиями и CAPEX).
3. **Ограничение на минимальный ROI**: $\Delta EBITDA_c(B_c) / B_c \geq ROI^{min}$.
4. **Ограничение на минимальные доли каналов**: $\omega_c \geq \omega_c^{min}$ (обеспечивает сохранение портфельного присутствия).

Для нахождения глобального оптимума (задача невыпуклая при наличии отрицательных межканальных эффектов) применяется комбинированный алгоритм оптимизации на основе мультистарта с методом последовательного квадратичного программирования (SQP) и начальными точками, сгенерированными с использованием латинского гиперкуба.

Анализ чувствительности выполняется методом однопараметрического варьирования (one-at-a-time): каждый параметр изменяется в пределах ±20 % от базового значения. Параметры, для которых относительное изменение целевой функции превышает 5 % при отклонении параметра на 20 %, признаются критическими и подлежат более точной оценке при апробации.

Сценарный анализ включает три альтернативных сценария: S_1 «Агрессивный рост» (бюджет B увеличен на 30 %, минимальные доли каналов снижены на 5 п.п.); S_2 «Консервативный» (бюджет B снижен на 20 %, ROI^{min} повышен до 25 %); S_3 «Усиление маркетплейсов» (эластичность α_3 повышена на 0,10, что отражает рост эффективности инструментов продвижения на Wildberries и Ozon).

Долгосрочный мультиплицирующий характер инвестиций в каналы сбыта обусловливает необходимость учёта лаговых эффектов. Отдача от инвестиций в канал не реализуется мгновенно: физическая розница c_1 характеризуется наиболее длинным лагом (накопление покупательской лояльности), интернет-магазин c_2 — накоплением позиций в поисковой выдаче (SEO) и органического трафика, маркетплейсы c_3 — преимущественно немедленной реализацией эффекта с последующей персистентностью.

Для количественного описания динамики предложена модель с распределёнными лагами в форме **механизма коррекции ошибок** (Error Correction Model, ECM):

$$\Delta EBITDA_{r,c,t} = -\varphi \cdot [EBITDA_{r,c,t-1} - \theta_LR \cdot B_{r,c,t-1}] + \delta_0 \cdot \Delta B_{r,c,t} + \Sigma_{s=1}^{S-1} \psi_s \cdot \Delta B_{r,c,t-s} + Controls_{r,c,t} + \varepsilon_{r,c,t}$$

Коэффициент $\varphi = 1 - \rho$ показывает долю отклонения от долгосрочного равновесия, устраняемую за один квартал. При $\rho = 0{,}65$ период полукоррекции составляет $t_{1/2} = \ln(2) / 0{,}35 \approx 2{,}0$ квартала, что соответствует умеренной скорости адаптации, характерной для ритейла.

Декомпозиция совокупного эффекта инвестиций на краткосрочный ($SRE_c = \delta_0$) и долгосрочный ($LRE_c = (\Sigma\delta_s) / (1 - \rho)$) позволяет вычислить мультипликатор инвестиций во времени $M_c = LRE_c / SRE_c$. Ориентировочные значения параметров для трёх каналов представлены в Таблице 2.

Таблица 2
Краткосрочные и долгосрочные эффекты инвестиций по каналам (ориентировочные)

Показатель	c_1 (Розница)	c_2 (Интернет)	c_3 (Маркетплейсы)
SRE, тыс. руб./млн руб.	$\delta_0^1 \approx 200$	$\delta_0^2 \approx 350$	$\delta_0^3 \approx 500$
LRM, тыс. руб./млн руб.	$\Sigma\delta_s^1 \approx 600$	$\Sigma\delta_s^2 \approx 900$	$\Sigma\delta_s^3 \approx 1100$
LRE = LRM / ф	≈ 1714	≈ 2571	≈ 3143
M = LRE / SRE	≈ 8,6	≈ 7,3	≈ 6,3
T½, кварталы	≈ 2,0	≈ 2,0	≈ 2,0

Примечание. Ориентировочные значения параметров будут уточнены по результатам апробации на эмпирических данных.

Маркетплейсы (c_3) лидируют по показателям как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде. Однако мультипликатор во времени $M_3 \approx 6{,}3$ является наименьшим среди трёх каналов: долгосрочный прирост обеспечивается главным образом за счёт персистентности, а не за счёт отложенных лаговых эффектов. Интернет-магазин (c_2) имеет более высокое отношение LRE/SRE, что отражает значительный вклад отложенных эффектов (накопление органического трафика). Розница (c_1) характеризуется наибольшим мультипликатором ($M_1 \approx 8{,}6$) при наименьшей краткосрочной эластичности, что подтверждает существенную инерционность канала и длительный период окупаемости инвестиций — следствие накопительного характера формирования покупательской лояльности в физической рознице.

На основании проведённого анализа сформированы следующие выводы:

1. Управление портфелем каналов омниканального ритейла должно трактоваться не как агрегат функциональных успехов отдельных каналов, а как решение оптимизационной задачи с явным учётом межканальных взаимозависимостей. Задача выбора оптимального канального микса требует совместного применения эконометрического аппарата для оценки эластичностей и межканальных эффектов и методов нелинейной оптимизации для нахождения оптимального распределения инвестиций.

2. Расширенная панельная модель с шестью перекрёстными переменными γ_{c,c'} позволяет количественно оценить вклад каждого канала в прибыльность смежных каналов. Индекс многоканальной синергии (OSI) является ключевым агрегированным показателем характера межканальных взаимодействий.

3. Учёт лаговой структуры инвестиций посредством модели ECM позволяет разграничить краткосрочную и долгосрочную отдачу от вложений в каждый канал. Дифференциация мультипликаторов M_c по каналам ($c_3 \approx 6{,}3$; $c_2 \approx 7{,}3$; $c_1 \approx 8{,}6$) обосновывает применение дифференцированной инвестиционной стратегии в разрезе каналов и временных горизонтов.

4. Нелинейная оптимизационная задача на основе производственной функции Кобба–Дугласа с учётом бюджетных ограничений и коэффициентов межканальных эффектов позволяет перевести стратегические решения о конфигурации каналов из плоскости экспертных суждений в плоскость количественно обоснованных управленческих рекомендаций.

Таким образом, в статье обоснована интегрированная система эконометрических моделей и оптимизационного инструментария для управления портфелем каналов сбыта омниканального ритейла на рынке мебели и товаров для дома. Показано, что задача управления портфелем каналов сбыта в разрезе «регион–канал–период» требует последовательного применения: (1) панельной регрессионной модели с тройными фиксированными эффектами для оценки детерминант EBITDA по каналам; (2) расширенной модели с межканальными переменными и Индексом многоканальной синергии (OSI); (3) нелинейной оптимизационной задачи на основе производственной функции Кобба–Дугласа; (4) динамической модели коррекции ошибок (ECM) для учёта лаговой структуры инвестиций.

Практическая значимость разработанной системы моделей состоит в том, что она позволяет перевести стратегические решения о конфигурации каналов сбыта из плоскости экспертных суждений в плоскость количественно обоснованных управленческих рекомендаций, верифицируемых на данных компании. Предложенный инструментарий применим для федеральных многоканальных розничных сетей, функционирующих в условиях конкурентного рынка товаров для дома Российской Федерации [1; 2].

Литература

1. Ермолаев А.С., Светкина И.А., Мусина О.В. Исследование устойчивости системы экономической безопасности российских мебельных ритейлеров в условиях цифровизации деятельности // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 1. – С. 982–990.
2. Ермолаев А.С., Светкина И.А., Мусина О.В. Инструментарий обеспечения экономической безопасности транспортно-логистических компаний // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 2. – С. 967–975.
3. Логинов М.П., Мустафина А.А. Омниканальность как драйвер развития розничной торговли // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 11-2. – С. 272–278.
4. Бекларян А.Л., Акопов А.С. Моделирование поведения потребителей в условиях многоканальной розничной торговли // Бизнес-информатика. – 2021. – Т. 15, № 2. – С. 7–22.
5. Радковская Е.В. Трансформация бизнес-моделей ритейла в условиях цифровой экономики // Управленец. – 2019. – Т. 10, № 3. – С. 83–94.
6. Козлов А.В. Омниканальный ритейл в России: состояние, тренды, перспективы. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2023. – 312 с.
7. АКИТ (Ассоциация компаний интернет-торговли). Рынок интернет-торговли в России: итоги 2024 года. – URL: https://akit.ru/analytics/ (дата обращения: 15.04.2025).

Econometric modeling and optimization of the channel mix in omnichannel retail: a panel data approach

Ermolaev A.S., Musina O.V.
Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

Econometric methods for identifying profitability determinants and optimizing investments in omnichannel retail (furniture, 3 channels). Panel regression, OSI synergy index, nonlinear optimization, and ECM model are substantiated. For strategies with a 3–5 year horizon.

Keywords: panel regression, fixed effects, EBITDA, channel synergy, cannibalization, OSI index, investment optimization, Cobb–Douglas function, ECM, economic security.

References

1. Ermolaev A.S., Svetkina I.A., Musina O.V. Study of the Sustainability of the Economic Security System of Russian Furniture Retailers in the Context of Digitalization of Activities // Economy and Entrepreneurship. - 2025. - No. 1. - pp. 982-990.
2. Ermolaev A.S., Svetkina I.A., Musina O.V. Tools for Ensuring the Economic Security of Transport and Logistics Companies // Economy and Entrepreneurship. - 2025. - No. 2. - pp. 967-975.
3. Loginov M.P., Mustafina A.A. Omnichannel as a Driver of Retail Trade Development // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. - 2020. - No. 11-2. - pp. 272-278.
4. Beklaryan A.L., Akopov A.S. Modeling Consumer Behavior in Multichannel Retailing // Business Informatics. - 2021. - Vol. 15, No. 2. - Pp. 7-22.
5. Radkovskaya E.V. Transformation of Retail Business Models in the Digital Economy // Manager. - 2019. - Vol. 10, No. 3. - Pp. 83-94.
6. Kozlov A.V. Omnichannel Retail in Russia: Status, Trends, Prospects. - Moscow: HSE Publishing House, 2023. - 312 p.
7. AKIT (Association of Internet Commerce Companies). The Internet Commerce Market in Russia: Results for 2024. – URL: https://akit.ru/analytics/ (accessed: 15.04.2025).

Методика предварительной экспертизы потенциала инновационного проекта на ранних этапах жизненного цикла

Качайкина Диана Андреевна
студентка кафедры института фундаментальной подготовки и технологических инноваций, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, kachaykina02@bk.ru

Традиционные методы оценки инновационных проектов недостаточно приспособлены к работе с проектами широкой области применения на этапе идеи, когда информация ограничена, а целевая отрасль ещё не определена. Предложена методика предварительной экспертизы, построенная на системе из шести гибких показателей потенциала проекта с весовыми коэффициентами, зависящими от отрасли и типа проекта и определяемыми методом экспертного ранжирования с верификацией через коэффициент конкордации Кендалла. Результат визуализируется лепестковой диаграммой профиля. Апробация на трёх реальных проектах широкого профиля показала сокращение сроков предварительной экспертизы в 5-8 раз по сравнению с традиционным экспертным советом при коэффициенте согласованности экспертных оценок W = 0,79.

Ключевые слова: инновационный проект, предварительная экспертиза, инновационный потенциал, гибкие показатели, лепестковая диаграмма, коэффициент конкордации, технологическая готовность.

Введение

По данным Роспатента, в 2025 году подано 48 327 заявок на изобретения, полезные модели и промышленные образцы [1], однако до внедрения доходят лишь единицы процентов патентного фонда. Разрыв указывает не на нехватку идей, а на несовершенство процедур первичного отбора, особенно на предынвестиционной стадии.

Проблема острее для проектов широкой области применения. Финансовые методы требуют прогнозов, которых на этапе идеи нет. Экспертные процедуры субъективны [2], многокритериальные методы задают фиксированные веса, искажающие сравнение разработок из разных отраслей [3], а реальные опционы требуют данных, которых часто нет на ранней стадии [4]. Гибкая настройка критериев под отрасль остаётся нерешённым вопросом [5].

Цель работы: разработка методики предварительной экспертизы, сокращающей время отбора и повышающей согласованность экспертов.

Методы исследования

Основу методики составляет система из шести показателей, выбранных так, чтобы охватить научно-техническое, рыночное и стратегическое измерения потенциала проекта. Каждый показатель оценивается по шкале от 0 до 10 баллов и имеет закреплённый метод измерения, что отличает подход от голосования по единой шкале, характерного для упрощённых экспертных процедур.

Таблица 1
Система показателей экспертизы инновационного потенциала проекта

Показатель	Содержание	Метод измерения
Новизна (Н)	Степень оригинальности решения относительно мирового уровня техники	Патентный поиск (ФИПС, Espacenet, Google Patents), анализ публикаций РИНЦ
Практическая значимость (ПЗ)	Подтверждённая потребность рынка	Отраслевые отчёты, данные Росстата, интервью с потребителями
Применимость (П)	Число отраслей использования без принципиальной переработки	Анализ цепочек создания стоимости смежных отраслей
Технологическая готовность (ТГ)	Уровень зрелости технологии	Шкала TRL 1-9 по ГОСТ Р 58048-2017
Рыночный потенциал (РП)	Ёмкость и рост целевого рынка	Отраслевая аналитика, оценка TAM/SAM
Стратегическое соответствие (СС)	Связь с приоритетами предприятия	Экспертная оценка на основе стратегических документов

Новизна отражает степень оригинальности решения относительно мирового уровня техники и оценивается через патентный поиск в базах ФИПС, Espacenet и Google Patents в сочетании с публикационным анализом РИНЦ, метод построен на подходе С.А. Назаревича к количественной оценке научно-технической ценности разработки [6]. Практическая значимость определяется на основании отраслевых отчётов, открытых данных Росстата и интервью с потенциальными потребителями, что позволяет отделить декларируемую потребность рынка от подтверждённой. Применимость оценивается экспертно через анализ цепочек создания стоимости смежных отраслей и наличие документированных прецедентов переноса решения между рынками. Технологическая готовность измеряется по шкале уровней готовности технологии в соответствии с ГОСТ Р 58048-2017, где TRL 3 соответствует функциональному прототипу в лабораторных условиях, а TRL 9, серийному производству [7]. Рыночный потенциал рассчитывается через совокупную доступную ёмкость рынка и размер целевого сегмента с учётом конкурентного давления. Стратегическое соответствие оценивается руководством предприятия на основании стратегических документов и программ технологического развития.

Интегральный показатель инновационного потенциала проекта, ИПП, вычисляется как взвешенная сумма шести показателей по формуле (1):

$$\text{ИПП} = w_1 \times \text{Н} + w_2 \times \text{ПЗ} + w_3 \times \text{П} + w_4 \times \text{ТГ} + w_5 \times \text{РП} + w_6 \times \text{СС} \quad (1),$$

где ИПП — интегральный показатель инновационного потенциала (диапазон 0–10); Н, ПЗ, П, ТГ, РП, СС — значения показателей; w_i — весовые коэффициенты, сумма которых равна единице.

Ключевая особенность методики в том, что состав показателей фиксирован, а весовые коэффициенты подбираются под конкретную отрасль

и тип проекта. Теоретическим основанием такой дифференциации служит модель классификации инновационных проектов К. Кларка и С. Уилрайта, разделяющая разработки на прорывные, платформенные, производные и исследовательские в зависимости от степени изменения продукта и производственного процесса [8]. Сама структура из шести показателей соотносится с логикой системы сбалансированных показателей Р. Каплана и Д. Нортона, где новизна и технологическая готовность соответствуют перспективе обучения и развития, практическая значимость и рыночный потенциал, клиентской перспективе, а стратегическое соответствие, финансовой и стратегической перспективам [9].

Веса определялись методом экспертного ранжирования. Группа из пяти специалистов присваивала показателям ранги от 1 до 6 применительно к конкретной отрасли, после чего рассчитывался коэффициент конкордации Кендалла по формуле (2):

$$W = \frac{12 \times \sum (R_j - R)^2}{m^2 \times (n^3 - n)} \quad (2),$$

где S — сумма квадратов отклонений суммарных рангов от среднего значения, m — число экспертов, n — число показателей. Пороговое значение W выше 0,70 принято как признак согласованности мнений экспертов, значения ниже указывают на необходимость очного обсуждения расхождений. Полученные наборы весов для пяти отраслей и базовый вариант для проектов с неопределённой отраслевой принадлежностью приведены в таблице 2.

Таблица 2
Весовые коэффициенты по отраслям

Отрасль	Н	ПЗ	П	ТГ	РП	СС	W
Авиакосмическая промышленность	0,20	0,10	0,15	0,30	0,10	0,15	0,86
Медицина и фармацевтика	0,20	0,20	0,15	0,20	0,15	0,10	0,79
Машиностроение	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,15	0,75
Атомная промышленность	0,15	0,10	0,10	0,30	0,10	0,25	0,84
Строительство	0,10	0,25	0,20	0,15	0,20	0,10	0,76
Проект широкой области применения (базовый)	**0,17**	**0,17**	**0,17**	**0,17**	**0,16**	**0,16**	**0,73**

Агрегирование индивидуальных оценок экспертов в групповую выполняется как средневзвешенное с учётом коэффициента компетентности каждого эксперта по конкретному показателю по формуле (3):

$$S_j = \frac{\sum_i (c_i \cdot s_{ij})}{\sum_i c_i} \quad (3),$$

где S_j — агрегированная оценка j-го показателя; s_{ij} — оценка j-го показателя i-м экспертом; c_i — коэффициент компетентности i-го эксперта в диапазоне от 0,5 до 1,5. Такой механизм смягчает риск доминирования одного сильного участника комиссии, отмеченный Б.Г. Литваком применительно к групповым экспертным процедурам, не сводя при этом итоговую оценку к простому усреднению [2].

Организационно методика реализована как последовательность из пяти этапов, от регистрации заявки инициатором до вынесения экспертного заключения, построенная по принципу поэтапных ворот, впервые системно описанному Р. Купером [10]. Каждый этап завершается решением о допуске к следующему шагу. Данные для оценки формируются из трёх источников, публикационного массива журналов ВАК и РИНЦ, патентных баз ФИПС, Espacenet и Google Patents, а также открытых отраслевых материалов Росстата, Минпромторга России и Национальной технологической инициативы. Итоговый профиль проекта визуализируется лепестковой диаграммой, что позволяет увидеть не только уровень потенциала, но и его структуру, два проекта с одинаковым ИПП могут иметь принципиально разные профили сильных и слабых сторон.

Результаты и обсуждение

Апробация методики проведена на трёх инновационных проектах широкой области применения, отобранных по уровню технологической готовности TRL 3-5 и наличию задокументированного технического решения. ё

Проект А, широкополосный MEMS-датчик давления и вибрации, оценивался по базовому набору весов, поскольку целевая отрасль на момент экспертизы не была окончательно определена. Патентный поиск в базах ФИПС, Espacenet и Google Patents по индексам B81B 3/00 и G01L 9/00 не выявил отечественных аналогов совмещённого чувствительного элемента, что дало оценку новизны 7,5 балла. Практическая значимость получила 8,0 балла на основании данных о доле импортных MEMS-компонентов в приборостроении, превышающей 60%, и подтверждённого интереса трёх потенциальных заказчиков. Применимость оценена в 9,0 балла благодаря документированным прецедентам платформенного трансфера MEMS-решений между отраслями. Технологическая готовность, соответствующая TRL 3, оценена в 4,0 балла, рыночный потенциал и стратегическое соответствие составили 7,0 и 7,5 балла соответственно. Итоговый показатель по формуле (1) равен 7,17.

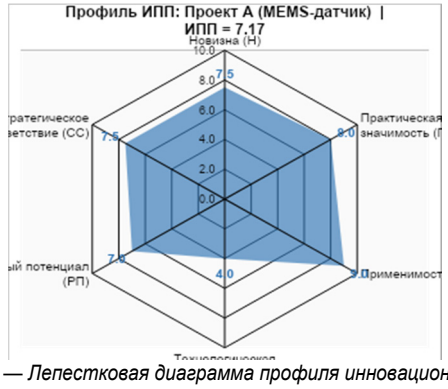


Рисунок 1 — Лепестковая диаграмма профиля инновационного потенциала Проекта А

Профиль проекта демонстрирует характерную асимметрию, высокие оценки получили применимость, практическая значимость и новизна, тогда как технологическая готовность заметно отстаёт. Такой рисунок лепестковой диаграммы имеет прямой управленческий смысл, инвестировать в первую очередь нужно не в маркетинговую проработку, а в доведение технологии до стендовых испытаний.

Проекты Б и В оценивались по отраслевым наборам весов, авиакосмическому и смешанному соответственно. Сводные результаты трёх экспертиз приведены в таблице 3.

Таблица 3
Сравнение результатов апробации

Показатель	Вес в профиле А	Проект А	Вес в профиле Б	Проект Б	Вес в профиле В	Проект В
Новизна (Н)	0,17	7,5	0,20	6,5	0,18	8,5
Практическая значимость (ПЗ)	0,17	8,0	0,10	9,0	0,10	6,0
Применимость (П)	0,17	9,0	0,15	7,5	0,13	6,5
Технологическая готовность (ТГ)	0,17	4,0	0,30	7,0	0,30	5,5
Рыночный потенциал (РП)	0,16	7,0	0,10	7,0	0,10	7,0
Стратегическое соответствие (СС)	0,16	7,5	0,15	8,5	0,19	8,0
ИПП	1,00	7,17	1,00	7,40	1,00	6,85

Проект Б, система предиктивного технического обслуживания авиационных двигателей на основе виброакустического анализа, получил наивысший ИПП среди трёх объектов, 7,40 балла, за счёт сочетания подтверждённой рыночной потребности после ухода западных поставщиков MRO-программного обеспечения и относительно высокой технологической готовности, TRL 5. Проект В, технология аддитивного производства из высокоэнтропийных сплавов, показал обратную картину, максимальную новизну при более скромной практической значимости, поскольку рынок таких материалов в России только формируется. Разброс итоговых значений ИПП, от 6,85 до 7,40, оказался небольшим в абсолютном выражении, однако лепестковые диаграммы трёх проектов демонстрируют принципиально разные профили, что подтверждает диагностическую, а не только ранжирующую функцию методики.

Согласованность экспертных оценок проверялась коэффициентом конкордации Кендалла по каждому объекту отдельно. После первого тура опроса значения W варьировались от 0,61 до 0,74, после очной дискуссии по показателям с разбросом выше трёх баллов согласованность выросла до диапазона 0,76–0,83, в среднем W = 0,79, что превышает принятый порог 0,70. Независимая экспертная оценка, выполненная без

предъявления итоговых значений ИПП, дала то же ранжирование проектов, Б выше А выше В, что подтверждает содержательную валидность результатов, а не случайное совпадение цифр.

Хронометраж процедуры показал, что полный цикл экспертизы одного проекта занял в среднем 4,3 рабочих дня против 23–38 дней при традиционном экспертном совете и 50-80 дней при подготовке развёрнутого технико-экономического обоснования. Экономия достигается за счёт двух факторов, стандартизации перечня источников для каждого показателя и отсутствия необходимости заново формировать критерии оценки при каждой новой экспертизе.

Апробация выявила и границы применимости методики. При TRL ниже 3 показатели новизны и технологической готовности трудно обосновать чем-либо, кроме умозрительного суждения. При TRL выше 5-6 добавленная ценность методики снижается, поскольку у команды проекта, как правило, уже накоплено достаточно данных для традиционного финансового анализа. Кроме того, качество оценки по-прежнему зависит от квалификации привлечённых экспертов, технологическая готовность систематически оценивалась ниже технологами, чем экономистами, что требует обязательного включения в комиссию специалиста профильной отрасли.

Заключение

Предложенная методика решает конкретную практическую задачу, сокращение сроков и повышение согласованности при первичном отборе инновационных проектов широкой области применения. За счёт гибкой системы весов, привязанных к отрасли и типу проекта, методика избегает как статичности классических многокритериальных подходов, так и излишней сложности реальных опционов. Апробация на трёх реальных объектах подтвердила работоспособность инструмента, сокращение времени экспертизы в 5-8 раз при коэффициенте согласованности W = 0,79 получено не в лабораторных условиях, а на разработках с реальными техническими и рыночными ограничениями. Основным ограничением остаётся диапазон применимости, TRL 3-5, и зависимость качества оценки от компетентности экспертной группы. Дальнейшее развитие методики связано с автоматизацией расчёта ИПП и построения лепестковых диаграмм, а также с накоплением статистики по результатам экспертиз для периодической калибровки весовых коэффициентов и расширения отраслевых профилей.

Литература

1. Юрий Зубов подвел итоги 2025 года и рассказал о планах ведомства на 2026 год [Электронный ресурс] // Вестник интеллектуального права. – 2026. – URL: https://vestnikip.ru/news/11124/ (дата обращения: 06.07.2026).
2. Литвак, Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Б.Г. Литвак. – М. : Патент, 1996. – 298 с.
3. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
4. Баранов, А.О. Синтез метода реальных опционов и метода нечетких множеств для оценки эффективности инновационных проектов: критический обзор / А.О. Баранов, Е.И. Музыко, В.Н. Павлов // Идеи и идеалы. – 2018. – Т. 2, № 1. – С. 190-209.
5. Нестеров, В.Н. Методические подходы к оценке инновационной деятельности / В.Н. Нестеров, Л.Б. Сунгатуллина // Дайджест-финансы. – 2024. – Т. 29, № 3. – С. 244-264.
6. Назаревич, С.А. Первичная оценка потенциального новшества в структуре жизненного цикла научно-технических исследований / С.А. Назаревич // Молодой ученый. – 2013. – № 5 (52). – С. 91-94.
7. ГОСТ Р 58048-2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. – М. : Стандартинформ, 2017.
8. Clark, K.B. Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality / K.B. Clark, S.C. Wheelwright. – New York : Free Press, 1992. – 364 p.
9. Kaplan, R.S. Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes / R.S. Kaplan, D.P. Norton. – Boston : Harvard Business School Press, 2004. – 454 p.
10. Cooper, R.G. Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch / R.G. Cooper. – 3rd ed. – Cambridge, MA : Perseus Publishing, 2001. – 488 p.

Methodology for Preliminary Assessment of an Innovative Project's Potential in the Early Stages of Its Life Cycle

Kachaikina D.A.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

Traditional methods for evaluating innovation projects are poorly suited to broad-application projects at the idea stage, when information is limited and the target industry has not yet been determined. The article proposes a methodology for preliminary assessment, built on a system of six flexible indicators of project potential, whose weighting coefficients depend on the industry and project type and are determined through expert ranking verified by Kendall's coefficient of concordance. The result is visualized through a radar chart profile. Testing on three real broad-application projects showed a 5 to 8-fold reduction in assessment time compared with a traditional expert panel, with an expert agreement coefficient of W = 0.79.

Keywords: innovative project, preliminary expert review, innovative potential, flexible indicators, petal chart, concordance coefficient, technological readiness.

References

1. Yuri Zubov summed up the results of 2025 and spoke about the department's plans for 2026 [Electronic resource] // Bulletin of Intellectual Property Law. – 2026. – URL: https://vestnikip.ru/news/11124 / (date of reference: 07/06/2026).
2. Litvak, B.G. Expert assessments and decision-making / B.G. Litvak. – M. : Patent, 1996. – 298 p.
3. Saati, T. Decision-making. Method of hierarchy analysis / T. Saati ; translated from English – M. : Radio and Communications, 1993. – 278 p.
4. Baranov, A.O. Synthesis of the real options method and the fuzzy sets method for evaluating the effectiveness of innovative projects: a critical review / A.O. Baranov, E.I. Muziko, V.N. Pavlov // Ideas and Ideals. – 2018. – Vol. 2, No. 1. – pp. 190-209.
5. Nesterov, V.N. Methodological approaches to the assessment of innovation activity / V.N. Nesterov, L.B. Sungatullina // Digest-finance. - 2024. – Vol. 29, No. 3. – pp. 244-264.
6. Nazarevich, S.A. Initial assessment of potential innovations in the structure of the life cycle of scientific and technical research / S.A. Nazarevich // Young Scientist. – 2013. – № 5 (52). – Pp. 91-94.
7. GOST R 58048-2017. Technology transfer. Methodological guidelines for assessing the level of technology maturity. Moscow : Standartinform, 2017.
8. Clark, K.B. Revolutionary product development: a qualitative leap in speed, efficiency and quality / K.B. Clark, S.S. Wheelwright. – New York : Free Press, 1992. – 364 p.
9. Kaplan, R.S. Strategic maps: transformation of intangible assets into tangible results / R.S. Kaplan, D.P. Norton. – Boston : Harvard Business School Press, 2004. 454 p.
10. Cooper, R.G. Winning in new products: accelerating the process from idea to launch / R.G. Cooper. – 3rd ed. – Cambridge, Massachusetts: Perseus Publishing House, 2001. – 488 p.

Методология сценарного прогнозирования межотраслевого баланса в условиях дефицита статистических данных

Курочка Павел Николаевич
доктор технических наук, профессор, профессор кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, kpn55@rambler.ru

В данной работе представлены методология и результаты построения сбалансированной матрицы межотраслевого баланса (МОБ) Российской Федерации за 2023 год, а также её использование для прогнозирования валового выпуска и конечного спроса в 2024 и 2025 годах. Несмотря на наличие расхождений в первичных таблицах и отсутствие данных за 2024–2025 годы в некоторых разделах сборника, применение современных алгоритмов позволило получить экономически интерпретируемую и устойчивую структуру потоков. Разработан алгоритм смыкания рядов динамики при смене классификации ОКВЭД на ОКВЭД2, что обеспечило формирование сопоставимого временного ряда промежуточного потребления за период 2005–2024 гг. На основе модели Леонтьева выполнены прогнозные расчеты, подтвержденные высокой значимостью линейной регрессионной модели по критерию Фишера. Рассчитаны мультипликаторы валового выпуска по 19 отраслям экономики.
Ключевые слова: межотраслевой баланс, МОБ, модель Леонтьева, коэффициенты прямых затрат, коэффициенты полных затрат, валовой выпуск, конечный спрос, прогнозирование, мультипликаторы, национальные счета России, критерий Фишера.

Введение

Межотраслевой баланс (МОБ), разработанный В.В. Леонтьевым, остается одним из фундаментальных инструментов анализа структуры национальной экономики. Он позволяет проследить сложную сеть производственных связей между отраслями и служит основой для макроэкономического прогнозирования, оценки влияния политики и моделирования шоков. Но применение МОБ ограничивается рядом сложностей, связанных с процедурой сбора и последующей обработки данных. Прежде всего следует отметить, что статистические сборники «Национальные счета России», в которых содержатся сведения, необходимые для применения модели Леонтьева, выходят с периодичностью раз в пять лет, что само по себе трудно назвать регулярным.

Основной проблемой при практическом применении МОБ является несбалансированность исходных данных, предоставляемых статистическими органами. Различия между суммарным валовым выпуском по строкам и столбцам, а также противоречивые значения в смежных таблицах — типичное явление.

Проблема согласованности матрицы межотраслевого баланса

Для построения матрицы МОБ воспользуемся официальным статистическим сборником «Национальные счета России», в которых приведены данные по 20-отраслевой классификации, принятой в настоящее время. Непосредственно использовать эти данные невозможно по причине особенностей статистического учета, принятого в Росстате, когда конечный спрос будет равняться нулю или даже отрицательному значению. Экономически такой результат невозможен.

Основными причинами такого результата являются: прежде всего проблема «внутренних потоков» в крупных отраслях, когда даже при использовании официальной группировки, некоторые отрасли включают в себя широкий спектр подотраслей, между которыми существуют значительные внутригрупповые потоки.

Таким образом, проблема в том, что даже официальные таблицы «затраты-выпуск» регулярно публикуемые Росстатом, требуют предварительной обработки перед использованием в моделях типа Леонтьева. Такое преобразование направлено на то, чтобы привести матрицу межотраслевого баланса к внутренне согласованному виду.

Приведение матрицы межотраслевого баланса к согласованному виду

Необходимо исходную матрицу межотраслевого баланса Z_{ij} привести к согласованному виду, так чтобы выполнялись ключевые балансовые ограничения вида:

- по строкам:

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} z_{ij} + y_i, \text{где } i = 1,2,\dots,n \quad (1)$$

- по столбцам:

$$X_j = \sum_{i=1}^{n} z_{ij} + V_j; \text{ где } j = 1,2,\dots,n \quad (2)$$

сохраняя при этом общую структуру связей; где X_i – сумма элементов матрицы Z_{ij} – по строке i; X_j – сумма элементов матрицы Z_{ij} – по j-му столбцу; y_i – конечный спрос по i-ой отрасли; V_j – валовая добавленная стоимость (ВДС) по j-му столбцу.

Предполагаем, что валовой выпуск X_i и добавленная стоимость V_i, взятые из «Таблиц счет производства по отраслям» взятые за соответствующий год — точны. Для этой цели необходимо убедитесь, что будет выполняться соотношение вида

$$X_i = \sum_{j=1}^{n} z_{ij} + y_i, i = 1,2,\dots,n, \quad (3)$$

где n – количество анализируемых отраслей.

В нашем случае группировка по видами экономической деятельности в разрезе разделов ОКВЭД2 (отраслевой классификатор видов экономической деятельности) составляет 20 отраслей. Но при анализе данных приведенных в статистических сборниках оказывается, что по виду экономической деятельности «Деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств по производству товаров и оказанию услуг для собственного

потребления» промежуточное потребление равно нулю для всех остальных отраслей, то есть данная отрасль не взаимодействует ни с одним из остальных контрагентов. Именно поэтому ее можно исключить из анализа. Таким образом в нашем случае отраслей остается только 19, то есть n=19.

Учитывая соотношение (1) – (3) можно рассчитать величину согласованного конечного спроса y_i^* по формуле:

$$y_i = X_i - \sum_{j=1}^{n} z_{ij}, i = 1,2, \dots, n, (4)$$

Для решения задачи по обеспечению баланса матрицы МОБ применяется итеративная процедура, которая последовательно корректирует элементы матрицы путем умножения строк на множители r_i и столбцов на множители s_j, пока суммы по строкам не станут равны целевому вектору промежуточного использований или валовому выпуску отрасли u_i=П/П$_i$, а суммы по столбцам — целевому вектору промежуточного потребления, то есть валовым затратам отрасли v_j=П/П$_j$.

Процедура состоит из следующих шагов:

1. В качестве исходных данных используется исходная матрица МОБ Инициализация: взятие начальной матрицы x_{ij}.
2. Коррекция по строкам: расчет $r_i = \frac{u_i}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}$, обновление $x_{ij} = x_{ij} \times r_i$.
3. Коррекция по столбцам: расчет $s_j = \frac{v_j}{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}}$, обновление x_{ij}:=x_{ij}·$\times s_j$.

При построении матрицы МОБ балансировка по столбцам осуществляется с использованием статистический сборник , где в таблице «Счет производства по отраслям экономики в 2024 г.» в разрезе отраслей приведены данные о: ВВ (валовый выпуск); ПП – промежуточное потребление по отраслям; и ВДС. При этом, учитывая двойственность понятия «промежуточное потребление», следует иметь в виду, что данные о ПП из этой таблицы относится к столбцу (!) матрицы МОБ.

При приведении матрицы МОБ к согласованному виду по строкам возникает проблема недостаточности информации, которая приводится в таблицах «Промежуточное потребление по отраслям и секторам». Но за требуемый год сведения в сборнике отсутствует: есть только данные с 2017 по 2021 гг. включительно.

В этом случае построить полноценную сбалансированную матрицу МОБ будет невозможно. Но возможно применение других подходов для прогнозирования целевого вектора промежуточного потребления отрасли i.

Методы прогнозирования валовых затрат и конечного потребления

Для определения величины конечного потребления, как правило, используют соотношение (4), которое предполагает возможность определения величины промежуточного потребления по каждой i-ой отрасли. Если в сборниках «Национальные счета России» имеются данные по соответствующему году, то это делается путем приведения исходных данных сборника к сбалансированному виду, что и было показано выше. Если же это ввиду отсутствия информации невозможно, необходимо осуществить прогнозирование искомой величины по всем отраслям, включенным в баланс.

Естественно, построение прогностической модели осуществлялось самым простейшим способом по линейному тренду и была проведена оценка предсказательной силы полученных линейных моделей для прогнозирования промежуточного потребления по критерию Фишера для 19 отраслей.

И здесь следует отметить, что отраслей согласно классификатору ОКВЭД2 – 20, но учитывая особенности отрасли «Деятельность домашних хозяйств…» приходим, как уже отмечалось выше к множеству 19 отраслей по которым имеются данные за 9 временных периодов. Необходимо построить линейную модель вида $y = a + bx$.

Производилась оценка построенных моделей прогнозирования промежуточного потребления по критерию Фишера, что позволяет проверить общую значимость регрессионной модели. Для модели с одним предиктором и n=9 наблюдениями критическое значение критерия Фишера по таблице $F_{табл}(1,7)$ при уровне значимости α=0,05 равно $F_{табл}$=5,59. Если выполняется соотношение вида $F_{расч}>F_{табл}$ = 5,59, то модель статистически значима.

При этом из 19 анализируемых отраслей результаты только по одной (О — Государственное управление) оказалась незначимыми, так как $F_{расч}$ оказалось меньше табличного то есть $F_{расч}$=4,16 < $F_{табл}$=5,59. У большинства же отраслей F-статистика значительно выше критического значения: например, у отрасли недвижимости (L): F=181,4 у административных услуг (N): F=190. Это говорит о высокой предсказательной силе моделей для большинства отраслей.

Таким образом, для отрасли: О — «Государственное управление» (F=4,16) линейная модель прогнозирования оказалась не значимой.

Проще всего было использовать нелинейные формы представления, тем более, что характер данных предполагал нелинейные формы аппроксимации и в этом случае целесообразно было бы использовать кубическую зависимость. Для задачи интерполяции данная аппрокисмация подходила бы идеально. Но для экстраполяции, когда требуется осуществить прогнозирование изучаемого явления за пределами заданного диапазона, имеются дополнительные сложности, о которых часто забывают. А, как известно, кубические функции могут очень резко увеличиваться с ростом аргументов. То есть такие зависимости вряд ли будут востребованы в данной задаче, где изменение прогнозируемого параметра осуществляется более плавно.

Примерно те же сложности возникают и при аппроксимации изучаемого явления при помощи кубических сплайнов, которые идеально подходят для аналитического описания изучаемого явления на заданном промежутке, но требуют особой осторожности при прогнозировании за пределами этого интервала.

Исследования, проведенные по использованию метода экспоненциального сглаживания, показали, что это будет равнозначно методу прогнозирования по последним данным, определяя темп роста изучаемого явления.

Существует несколько подходов самый простой из которых – определить темп роста по последнему и предпоследнему значению и на его основе построить прогноз на ближайшие 1 – 2 временных периода. Другой способ – найти средний темп роста за весь период исследования. Но в данном случае имеется два подхода к этому методу. Первый, заключается в том, чтобы воспользоваться средней геометрической простой. Но этот подход имеет существенный недостаток, так как использует только два значения из всего массива данных: первое и последнее, а все промежуточные данные просто сокращаются, не участвуя в расчете.

Поэтому возникает необходимость построить расчет таким образом, чтобы в расчете участвовали все элементы статистической совокупности. Для этого можно использовать аппроксимацию исходного ряда данных зависимостью экспоненциального вида. То есть перейти к выражению вида y_t=y_0·e^{kt} или прологарифмировав это выражение получим: lny_t=a+kt, где k — средний непрерывный темп роста (в единицах времени); a=lny_0; e^k — средний коэффициент роста за период.

В этом случае происходит учет все значения ряда, минимизируется сумма квадратов отклонений, результат устойчив к случайным колебаниям.

Алгоритм построения экспоненциальной модели прогноза следующий:

1. Прологарифмировать все значения: y_t=lny_t
2. Построить линейную регрессию: y_t=a+kt, в этом случае коэффициент k характеризует среднюю скорость роста явления за рассматриваемый период.
3. Средний темп роста выражается в процентах по следующему соотношению: (e^k−1)×100%.

Из построенных 19 моделей прогнозирования оказались значимыми 18, а модель промежуточного потребления или валовых затрат для отрасли «Государственное управление» оказалась незначимой.

С целью повышения точности, а, следовательно, и значимости модели наиболее логичным будет попытка увеличения объема статистической выборки по проблемной отрасли. К сожалению, в данном случае имеются определенные проблемы, связанные с методологической особенностью статистического учета.

Методы смыкания рядов динамики при смене классификации

В ходе получения единого ряда динамики возникает одна существенная проблема, когда одна отрасль в ОКВЭД может соответствовать нескольким отраслям в ОКВЭД2, и наоборот. Отсюда процесс построения сопоставимого ряда динамики можно рассматривать с точки зрения полноты охвата данных, приведенных в матрицах МОБ. Возможны два варианта: процесс охватывает всю матрицу МОБ, то есть надо осуществить смыкание рядов динамики по всему спектру матрицы, куда будут входить агрегированные в результате перехода к новой классификации данные; необходимо осуществить смыкание ряда динамики, который не подвергался агрегированию в ходе перехода на новую классификацию, например, «Строительство».

Решение первой задачи предполагает использование конкорданс-таблиц, как наиболее простой и точный способ обеспечения сопоставимости рассматриваемых рядов. Но этот способ достаточно ограничен в

использовании по причине трудности доступа к необходимой информации, так как найти необходимые для этого сведения не всегда возможно.

Осуществить смыкание ряда динамики не подвергавшегося агрегированию проще. Для этой цели рекомендуется следующий алгоритм:

1. Найти «переходный» год, по которому есть данные в обеих классификациях. В нашем случае это 2011 год.

2. Рассчитать коэффициент сопоставимости k по формуле $k=Y_{новая}^{2011} / Y_{старая}^{2011}$.

где $Y_{новая}^{2011}$ – значение показателя за 2011 год по новой классификации, $Y_{старая}^{2011}$ – значение по старой классификации за тот же год.

3. Умножить все значения старого ряда (до 2011) на k, получив ряд, сопоставимый с новым.

4. Соединить пересчитанный старый ряд с новым рядом (с 2011 года).

Этот метод называется смыканием рядов динамики (или «смыканием уровней») и широко применяется Росстатом и международными организациями при переходах между классификациями (ОКВЭД). Именно с его помощью был получен сопоставимый ряд динамики, представленный в табл. 1.

Таблица 1

Данные о промежуточном потреблении в сфере государственных услуг в период с 2005 по 2023 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
N п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
П/П	820630,2	1059262	1367286	1609404	2071332	2098945	2359215	2615378	2843162	2649657
Год	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
N п/п	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
П/П	2722585	3249769	3630144	3840594	3199058	3350439	3840741	4410750	5439594	

Используя данные табл. 1 получили линейную модель на увеличенном наборе данных $Y_{расч}=618223+226716\times t$.

Осуществим проверка значимости полученной модели по критерию Фишера. Расчетное значение критерия Фишера в данном случае составит $F_{расч}=1151$, а табличное значение составляет $F_{табл}=4,45$. Таким образом, модель имеет очень высокую F-статистику, что свидетельствует о том, что тренд роста промежуточного потребления не случаен.

Расчет подкрепим вычислением коэффициент детерминации R^2:

$$R^2 = \frac{\left(Y_{\text{расч}} - \bar{Y}\right)^2}{(Y - \bar{Y})^2} = \frac{37615958967547,4}{38170190384772,7} = 0,985$$

то есть модель объясняет 98,5% дисперсии.

Таким образом, линейная модель промежуточного потребления в сфере госуслуг за период 2005–2023 гг. является статистически значимой по критерию Фишера и отлично описывает данные. При этом относительная ошибка аппроксимации по линейной модели, вычисляемая по формуле $\bar{\varepsilon} = \frac{1}{N}\sum\left|\frac{y-\hat{y}}{y}\right| \times 100$ составит 9,14%, что в принципе находится в пределах статистической погрешности.

В тоже время модель, построенная по экспоненциальной зависимости, $y_t=y_0\cdot e^{kt}$

или прологарифмировав, получим $\ln y_t=\ln y_0+k\times t$, обозначив $\ln y_0 = a$ перейдем к соотношению вида $\ln y_t = a+kt$, дает относительную ошибку в размер 0,91%, то есть точность расчетов существенно выше.

Следовательно, при определении средних темпов роста, изучаемого явления, рекомендуется использовать весь набор статистических данных, что позволяет реализовать применение логарифмического тренда.

Построение сбалансированной матрицы межотраслевого баланса на 2024 год

Учитывая, что материалы по национальным счетам России выпускаются с периодичностью раз в пять лет, то возникает проблема построения актуальных сведений по каждому году, ориентируясь на данные предыдущих лет. Для этой цели необходимо использовать имеющиеся сведения о структуре связей, используя сбалансированный МОБ за 2023 г., и новые данные по валовому выпуску за 2024 г.

Предполагается использовать следующий алгоритм.

Шаг 1: Рассчитать коэффициенты прямых затрат a_{ij}. Для этой цели элементы сбалансированной матрицы межотраслевого баланса необходимо вычислить для каждого элемента матриц значение a_{ij}: $a_{ij}=z_{ij}/ X_j$ где: z_{ij} — объём поставок от j-й к i-й отрасли, X_j — валовой выпуск j-й отрасли (по столбцам).

Получим матрицу $A=\|a_{ij}\|$, отражающую технологическую структуру экономики за прошедший, 2023 год.

Шаг 2: Теперь перейдем непосредственно к модели Леонтьева. Основной макроэкономический смысл задается матричным выражением вида

$X=(I-A)^{-1}\times Y$ или $X=B\times Y$ (6)

где: X — вектор валового выпуска, Y — вектор конечного спроса, $B=(I-A)^{-1}$ — матрица коэффициентов полных затрат.

Шаг 3: Построим матрицу межотраслевого баланса на 2024 год по данным «Счета производства по отраслям экономики в 2024 г.», в котором приведены: валовой выпуск по отраслям – X_i^{2024}; промежуточном потреблении (ПП) и валовой добавленной стоимости (ВДС) по каждой из 20 отраслей; а также используя матрицу коэффициентов прямых затрат за 2023 год – A, при этом предполагается, что за рассматриваемый период серьезный технологических изменений в экономики не произошло.

В этом случае справедливо следующее матричное уравнение, позволяющее вычислить вектор Y^{2024} представляющий собой конечное потребление i-ой отрасли:

$Y^{2024}=(I-A)^T\cdot X^{2024}$, (7)

умножение на $(I-A)^T$ осуществляется потому, что решатся система $X=B\cdot Y$ относительно Y, то есть матричное уравнение приобретает следующий вид

$Y=B^{-1}\cdot X$ (8)

Но проще использовать обратную операцию, которую в скалярном виде может быть записана в виде следующей системы уравнений:

$$y_i^{2024} = X_i^{2024} - \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j^{2024} \quad (9)$$

Полученные данные позволяют построить МОБ для 2024 года, но надо не только построить, но еще и проверить матрицу на сбалансированность, есть провести выполнимость балансовых ограничений, задаваемых соотношениями (1) и (2)

Кроме того, необходимо проверить выполнение условия продуктивности, когда сумма коэффициентов прямых затрат a_{ij} по столбцам также должна быть меньше единицы, то есть выполнение условия для всех j вида $\sum_{i=1}^{n} a_{ij} < 1, j = 1,2,\dots,n$

По результат расчета необходимо провести еще две проверки: верно ли произведено обращение исходной матрицы. Для этого проверяют выполнение соотношения $(I-A)\cdot L\approx I$, где I – единичная матрица.

И второе – проверяется выполнение условия (6). Если равенство выполняется (с точностью до округления), то это означает, что матрица полных затрат B рассчитана верно.

В данном случае обе проверки оказались успешными, а поэтому полученные результаты могут быть применены для дальнейшего изучения.

Для дальнейшего анализа полученных данных, введем обозначение отраслей общепринятыми в статистике буквами, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначения отраслей и темпы роста ВВП в 2025 г. по сведениям Росстата

Код отрасли	Краткое наименование отрасли	Темпы роста ВВП в 2025 г., %	Прогнозируемое значение ВВ в 2025 г
A	Сельское хозяйство	+2,3	11894057,84
B	Добыча полезных ископаемых	-1,7	30934976,09
C	Обрабатывающие производства	+3,9	97357230,81
D	Энергия, газ	-2,6	11902791,08
E	Водоснабжение; водоотведение	- 3,7	2611314,809
F	Строительство	+1,2	23179335,28
G	Торговля оптовая и розничная	-1,1	42390868,11
H	Транспортировка и хранение	1	28681823,15
I	Деятельность гостиниц	+8,9	4391240,693
J	Информация и связь	+2,1	12957606,57
K	Финансовая и страховая	3,9	11688144,99
L	Недвижимость	1	23701163,99
M	Научная и техническая деятельность	1	15262891,54
N	Деятельность административная	1	6860269,86
O	Гос управление	1	22608756,17
P	Образование	1	7006498,27
Q	Здравоохранение и социальные услуги	1	9104896,69
R	Культура, спорт	+2,6	3928377,73
S	Прочие виды услуг	1	1791366,91

Представленный алгоритм позволяет построить МОБ, но возникает вопрос о том, каким образом заполнить все ячейки матрицы, то есть z_{ij}. Чтобы построить прогнозную матрицу z_{ij} на 2024 год, предположим, что

технологическая структура не изменилась (коэффициенты a_{ij}, рассчитанные по данным 2023 года остаются постоянными, тогда прогноз межотраслевых поставок можно будет определить из следующей формулы:

$$z_{ij}^{2024} = a_{ij} \times X_j^{2024}$$

Это допущение не является сильным, так как прямые затраты – это технологические нормативы, показывающие сколько единиц продукции j-й отрасли, требуется для производства одной единицы продукции i-й отрасли. Понятно, что в масштабах экономки в течении года не происходит значительных изменений, в корне влияющих на данный норматив: далеко не каждый год экономика переходит на новый технологический уклад, переход на который осуществляется десятилетиями. Именно поэтому на краткосрочном периоде прогнозирования коэффициенты a_{ij} можно считать постоянными.

Анализируя методику построения МОБ для временных интервалов, по которым еще отсутствуют необходимые данные, следует признать, что в ее основе лежит необходимость прогнозирования уровня конечного потребления y_i. для чего используется соотношение вида (6) и (8). Обычно для построения прогностического МОБ требуется кроме y_i еще и знание валового выпуска, то есть X_i. Но значение X_i получить гораздо проще, чем величину конечного потребления. Как правило, это можно взять из ежегодного сборника «Социально-экономическое положение России» . Это приводит к тому, что необходимо каким-то образом осуществлять такие прогностические расчеты.

Результаты прогнозных расчетов на 2024 г. представлены в табл. 2

Для удобства представления данных используем общепринятые обозначения для отраслей по классификации ОКВЭД2, представленных в табл. 1.

Проверка условия продуктивности матрицы прямых затрат A была проведена на основе достаточного признака, вытекающего из теоремы Перрона-Фробениуса для неотрицательных матриц.

Прогноз на 2025 год

Росстат осуществил вторую оценку ВВП за 2025 год результаты которой представлены в табл. 1. Согласно этим данным ряд отраслей продемонстрировал рост (например, а обрабатывающий промышленности рост составил +3,9%), а часть отраслей – снижение (например, добыча полезных ископаемых продемонстрировали снижение показателей на 1,7%), общий рост ВВП составил примерно 1%.

Имея эти сведения можно, построить прогнозный межотраслевой баланс на 2025 год, еще не имея сведения приводимых в «Таблице формирования выпуска товаров и услуг» за соответствующий 2025 год. В результате получаем темпы роста ВВП в 2025 г., что дает возможность спрогнозировать величину валового выпуска по каждой из 19 отраслей. Основные результаты представлены в табл. 7.

Но в представленном межотраслевом балансе имеется отрасль, которая не взаимодействует ни с одним из контрагентов – это отрасль Т «Деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств». В этом случае приходим к анализу 19 отраслей. Результаты такого анализа приведен в табл. 1. Это обеспечить корректное вычисление полных затрат в МОБ. В этом случае приходим к анализу 19 отраслей. Результаты такого анализа приведен в табл. 1.Прогноз скорректирован таким образом, чтобы обеспечить совокупный рост ВВП в размере 1%, как указано в оценках Росстата.

Для построения прогнозной матрицы межотраслевого баланса на 2025 год необходимо использовать дынные о валовом выпуске (ВВ) в 2024 году, который можно получить, просуммировав столбцы в табл. 2. После чего можно перейти к ВВ за 2025 год, используя оценки Росстата, приведенные в табл. 1.

Для этого необходимо произвести вычисления по каждой из отраслей по формуле: $X_i^{(2025)}=X_i^{(2024)}\cdot(1+KR_i)$, где KR_i – установленный Росстатом на 2025 год темп роста валового выпуска в i-ой отрасли.

Такой алгоритм даёт обоснованный прогноз валового выпуска по отраслям, а не усреднённый по всей экономике, что может являться источником ошибок.

Таблица 2

Сбалансированная матрица межотраслевого баланса за 2024 год

i\j	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
A	5101871,6	201,6	124192,7	28,5	134,4	106,2	6310,6	1301,9	12,4	9,4	0,0	216,4	520,6	265,3	0,0	1,0	1,9	0,0	137,5
B	19,1	8004807,5	962819,2	63,2	293,7	6021,8	149591,5	4207,4	0,0	0,0	0,0	207,8	1595	3073,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
C	931055	1621967,4	64533535	60883,4	12705	111937,8	916364,9	49270,7	3483,1	22630,2	0,0	3577,1	448349,7	10243,7	0,0	62,3	703,5	34,9	1980,3
D	837,2	8293,4	194689,4	8105212,9	6558,2	10395,3	68433,1	12421	64,6	53,4	0,0	11877,3	9238,4	3586,8	0,0	2,3	258,1	17,5	15,1
E	419,6	1222,5	35439,1	60474,7	1737404,8	2146,1	7171,8	2760,5	23,5	1,6	0,0	2579,4	1206,3	1150,2	0,0	0,0	63,2	0,0	14,5
F	5475,8	86151,3	102271,8	59940,4	21319,5	13502267,8	14956,4	36760,1	308,0	14867,2	0,0	15066,3	23469,8	4080,1	0,0	0,0	3,8	739,1	677,3
G	9185	108352,8	974702,6	6657,2	6497,1	61828	17305805	53870,5	11294,1	35312,7	0,0	7487,3	36350,7	18337	0,0	33,3	828,8	397,7	3145,8
H	22711,3	56784	93386,2	5082,1	1911,6	43990,1	257309,6	15575994,3	2763,9	775,7	0,0	3720,5	3899,3	14711,2	0,0	28,4	347,1	19,8	143,4
I	2051,9	4759,5	10554,9	547,8	95,7	1973,1	18970,9	7129,4	2239470,2	2002	0,0	4306,5	1808,3	5462,3	0,0	1383,3	3124,8	4089,4	1146,1
J	1,2	283,1	65028	1534,9	17,7	953,5	16410,9	3649,5	51	6240261,5	0,0	650,1	38107,2	375,9	0,0	317,2	41,8	422,5	734,1
K	0,2	18,5	188	355,2	14,6	0,3	6605,4	4319,5	0,0	501,7	2730797,6	394,2	350	158,3	0,0	0,1	10,7	0,0	0,0
L	2110,6	11858,1	64738,6	6642,6	617,9	7629,6	288258,1	13345,5	4292,9	5141,3	3664,6	5145982,6	14392,4	2207	0,0	369,8	381,6	776	729,7
M	1152,2	22013,4	157158,6	13907,5	1799	22509	100616,7	6359,5	1603,6	28235,2	0,0	13317,8	5873056,8	4111,9	0,0	1164,6	107,1	5078,3	514,7
N	10215,4	11259,4	45086,6	11866,2	1339,5	7612,8	81089,9	24797,3	7517	25383,3	0,0	3298,5	5685,3	2479720,1	17346,8	205,0	317	375,7	174,2
O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6614276,2	0,0	0,0	0,0	0,0
P	12,1	99,6	489	650,4	0,1	48,5	12,3	355,4	127,2	94,6	0,0	19,3	1627,8	75,7	0,0	1771491	148,3	97,1	156,4
Q	9,1	1265,4	3469,4	137,9	128,9	93,9	633,5	4372,2	1583,3	132,9	0,0	433,2	1344,6	130,3	0,0	581,1	3415666,9	34,8	177,9
R	15,5	159,9	706,8	35,1	3,1	0,0	25	725,6	1843,6	891,1	0,0	1474,9	404,9	241,4	0,0	147,5	539,3	1672031,2	778,2
S	152,5191737	1223,38202	4087,579425	3213,642042	1365,670241	179,8131826	10980,7117	803,3466389	1742,892944	6175,54295	0	1408,193864	1325,368601	423,406904	0	53,763178776	409,6753806	217,518742	902583,1413

По проведенным преобразованиям необходимо осуществить проверку, то есть определить будет ли хотя бы приближенно выполняться условие роста ВВП в 2025 году на 1%.

В том случае, если темп роста ВВП будут находится в пределах 1%, то это означает, что приведенные расчеты согласуются с оценкой Росстата.

Вычисление общего темпа прироста ВВ за весь период составили 1,014 или 1,43%, что вполне находится в пределах статистической погрешности прогноза Росстата равного примерно ≈ 1%. В макроэкономическом прогнозировании (особенно с использованием статических межотраслевых моделей) допустимой погрешностью считается отклонение до ±0,5−1,0 п.п. Полученный результат (0,43 п.п.) укладывается в этот строгий норматив. Это означает, что предлагаемая модель адекватна, а

заложенные отраслевые темпы (+3,9% для обрабатывающих, -1,7% для добычи и т.д.) экономически обоснованы.

Дальнейшее решение связано с получением прогнозной оценки конечного спроса по каждой отрасли, то есть в вычисление величины $Y^{(2025)}$. Это можно сделать, используя фундаментальное уравнение модели вида

$$X^{(2025)}=B\cdot Y^{(2025)}$$

Учитывая, что необходимо получить вектор конечного спроса Y матричное уравнение преобразуется к виду $Y = B^{-1}\times X$.

В имея данные о величине полных затрат (матрица B), получаем возможность осуществить проверку выполнения фундаментального уравнения модели как в прямой $X=B\times Y$, так и в обратной постановке $Y = B^{-1}\times X$, которая показала полное совпадение с теоретическими положениями.

Матрица полных затрат показывает, сколько всего единиц продукции i-й отрасли требуется произвести (прямо и косвенно) для выпуска одной единицы конечной продукции j-й отрасли.

Проверка выполнения фундаментального уравнения модели показала полное совпадение с теоретическими положениями, фиксирующие полное совпадение вектора X полученного путем расчета с исходными данными.

С использованием матрицы полных затрат определим мультипликаторы по отраслям, показывающие на сколько увеличится общий выпуск в экономике при увеличении конечного спроса рассматриваемой отрасли на единицу. Расчеты показали, что мультипликатор отрасли Сельское хозяйство» в 2025 году составил 2,2843, а это означает, что увеличение конечного спроса в этой отрасли на единицу приведет к росту общего выпуска в экономике на 2,2843 единиц.

Обычно самые высокие мультипликаторы имеют Строительство (С), Обрабатывающие производства и Сельское хозяйство (А), так как они имеют длинные цепочки поставок. У сектора «Госуслуг» (О) мультипликатор в 2025 году составил 1,4212, что вполне согласуется с общепринятой оценкой 1,0–1,2; незначительный рост объясняется усложнением внешнеполитической ситуации. Гистограмма мультипликаторов валового выпуска по отраслям представлена на рис.1.

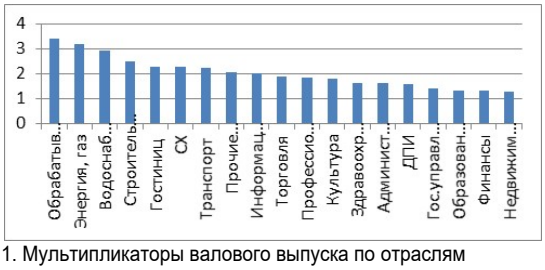


Рис. 1. Мультипликаторы валового выпуска по отраслям

Следует отметить, что, принимая во внимание особенности примененных алгоритмов и общую инерцию развития экономики, следует отметить, что структурный вес отраслей в период 2023 – 2025 гг. практически не изменился, что подтверждается полученными данными. Наиболее весомой отраслью экономики, как и ожидаемо, оказалась отрасль «Обрабатывающие производства» составляя 25 – 26%.

Имея матрицу полных затрат В возможно использовать сценарное моделирования, путем построения прогноза на 2025 год с измененными условиями, когда конечный спрос может меняться. При этом приято рассматривать, как правило, три варианта: консервативный: +2%; умеренный: +3,5% и активный: +5%.

Заключение

Проведенное исследование позволило решить актуальную научно-практическую задачу разработки методологии построения и прогнозирования межотраслевого баланса Российской Федерации в условиях дефицита официальных статистических данных.

Впервые в отечественной практике предложен комплексный алгоритм восстановления сбалансированной матрицы МОБ на основе разрозненных данных «Счета производства по отраслям экономики» и «Таблицы формирования выпуска товаров и услуг». Это обеспечило приведение исходной матрицы к внутренне согласованному виду при сохранении экономической интерпретируемости потоков.

Разработан и апробирован метод смыкания рядов динамики при переходе от классификации ОКВЭД к ОКВЭД2, что позволило сформировать непрерывный временной ряд промежуточного потребления в сфере государственных услуг за период 2005–2024 гг. (n=20). Это обеспечило возможность применения методов регрессионного анализа с достаточным объемом выборки.

Осуществлена проверка условие продуктивности матрицы прямых затрат A на основе выполнения требований линейной алгебры: максимальная сумма коэффициентов по столбцам составила 0,719 < 1, что гарантирует существование неотрицательной матрицы полных затрат. Фундаментальное уравнение модели проверено как в прямой, так и в обратной постановке с точностью до округления.

Рассчитанные мультипликаторы валового выпуска показали, что наибольший стимулирующий эффект для экономики оказывают: обрабатывающие производства (3,40), энергетика и газоснабжение (3,19), строительство (2,51) и сельское хозяйство (2,28). У сектора государственных услуг мультипликатор составил 1,42, что согласуется с международной практикой (норматив 1,0–1,5).

Литература

1. Баркалов С.А., Курочка П.Н., Курносов В.Б. Статистика. Воронеж, ВГАСУ, 2010. – 775 с.
2. Баркалов С.А., Курочка П.Н. Серебрякова Е.А. Сценарный анализ межотраслевых связей российской экономики / ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия.
3. 2025. т. 22. №6. с.5-12.
4. Национальные счета России в 2005-2012 годах: Стат. сб./ Росстат. - М., 2013. – 364 с.
5. Национальные счета России в 2011-2016 годах: Стат. сб./ Росстат. - М., 2017. –263 с.
6. Национальные счета России в 2017-2024 годах: Стат. сб./ Росстат. - М., 2025. – 406 с.

Methodology of scenario forecasting of interindustry balance under conditions of statistical data shortage

Kurochka P.N.
Voronezh State Technical University

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

This paper presents the methodology and results of constructing a balanced input-output matrix (IIM) for the Russian Federation for 2023, as well as its use in forecasting gross output and final demand in 2024 and 2025. Despite discrepancies in the primary tables and the lack of data for 2024–2025 in some sections of the collection, the use of modern alogrhythms made it possible to obtain an economically interpretable and stable flow structure. An algorithm for closing time series when changing the OKVED classification to OKVED2 was developed, which ensured the formation of a comparable time series of intermediate consumption for the period 2005–2024. Based on the Leontief model, forecast calculations were performed, confirmed by the high significance of the linear regression model according to the Fisher criterion. Gross output multipliers were calculated for 19 economic sectors.

Keywords: input-output balance, IOB, Leontief model, direct cost coefficients, full cost coefficients, gross output, final demand, forecasting, multipliers, Russian national accounts, Fisher's exact test.

References

1. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Kurnosov V.B. Statistics. Voronezh, VGASU, 2010. – 775 p.
2. Barkalov S.A., Kurochka P.N., Serebryakova E.A. Scenario analysis of inter-sectoral connections of the Russian economy / FES: Finance. Economy. Strategy. 2025. T. 22. No. 6. P. 5-12.
3. National accounts of Russia in 2005-2012: Stat. Sat./Rosstat. - M., 2013. – 364 p.
4. National accounts of Russia in 2011-2016: Stat. Sat./Rosstat. - M., 2017. –263 p.
5. National accounts of Russia in 2017-2024: Stat. collection/ Rosstat. - M., 2025. - 406 p.

Математическая модель искусственной нейронной сети для задач управления сложными динамическими объектами в условиях неопределенности

Леонтьева Анна Александровна
канд. техн. наук, доцент кафедры «Цифровые технологии управления», Сибирский федеральный университет, annature@mail.ru

В настоящей статье рассматриваются фундаментальные и прикладные аспекты построения математических моделей искусственных нейронных сетей, ориентированных на решение широкого круга задач управления сложными динамическими объектами, функционирующими в условиях существенной параметрической и структурной неопределенности. Предлагается оригинальный взгляд на синтез нейросетевых регуляторов, интегрирующих в себе адаптационные механизмы, позволяющие компенсировать недостаток априорной информации о поведении управляемого объекта и характере внешних возмущений. В работе проведен критический анализ современных подходов к нейросетевому управлению, выявлены их сильные и слабые стороны с позиций вычислительной эффективности и робастности. Особое внимание уделяется разработке двух ключевых формул, описывающих функционирование предлагаемой математической модели: первая формула задает динамику распространения сигнала в многослойной архитектуре с обратными связями, вторая – формализует процедуру адаптации весовых коэффициентов на основе градиентного спуска с элементами инерционности. Предложенные соотношения позволяют учитывать не только текущие ошибки управления, но и накопленную информацию о предыстории процесса, что критически важно для объектов с запаздыванием. Представлены результаты вычислительных экспериментов, подтверждающие эффективность разработанной модели в сравнении с классическими регуляторами. В заключении формулируются направления дальнейших исследований, связанные с гибридизацией нейросетевых и нечетких подходов.

Ключевые слова: искусственная нейронная сеть, математическая модель, сложные динамические объекты, неопределенность, нейроуправление, адаптация, функция принадлежности, градиентный спуск, запаздывание, робастность.

Введение

Современный этап развития теории автоматического управления характеризуется все более глубоким проникновением методов искусственного интеллекта в практику синтеза регуляторов для технических систем. Это обусловлено объективной сложностью тех объектов, с которыми приходится иметь дело в авиастроении, робототехнике, химической технологии, энергетике и многих других отраслях. Традиционные подходы, основанные на линейных моделях и предположении о стационарности параметров, зачастую оказываются несостоятельными, когда объект управления демонстрирует ярко выраженное нелинейное поведение, а внешняя среда генерирует возмущения, не поддающиеся статистическому описанию [1]. Именно в таких условиях, которые будут в дальнейшем обозначаться термином «неопределенность», на первый план выходят методы, способные обучаться на данных, адаптироваться к изменяющимся условиям и извлекать полезную информацию из наблюдений.

Как справедливо отмечают Андриевская Н.В. с соавторами, под неопределенностью в контексте синтеза систем автоматического управления следует понимать не только недостаток количественной информации о протекающих в объекте процессах, но и принципиальную сложность самого объекта, делающую его точное математическое описание либо невозможным, либо чрезмерно громоздким [1]. Искусственные нейронные сети (ИНС) предлагают принципиально иной путь: вместо того чтобы выводить уравнения движения из первых принципов, предоставляется возможность сети самой выявить скрытые закономерности на основе экспериментальных данных. Это преимущество, однако, достигается не бесплатно – возникают проблемы сходимости алгоритмов обучения, выбора архитектуры сети, а также риск переобучения.

Целевая установка настоящей статьи состоит в разработке и аналитическом обосновании такой математической модели ИНС, которая была бы ориентирована именно на задачи управления в условиях неопределенности, причем с акцентом на учет динамических свойств объекта, включая возможные запаздывания в каналах управления и измерения. Ставится задача, чтобы предложенная модель не была умозрительной конструкцией, а обладала явной прикладной ценностью и могла быть реализована в вычислительных алгоритмах систем реального времени. Следует отметить, что в данной работе сознательно выбран путь синтеза нейросетевых и классических подходов, что позволяет, как представляется, достичь компромисса между адаптивностью и предсказуемостью поведения замкнутой системы.

Обзор литературы и анализ существующих подходов

Вопросы применения нейронных сетей в управлении сложными динамическими объектами к настоящему времени нашли достаточно полное отражение в отечественной и зарубежной литературе. Можно выделить несколько устоявшихся направлений. Первое из них связано с использованием нейросетевых идентификаторов – моделей, которые обучаются воспроизводить поведение объекта управления на основе его входов и выходов. Полученная идентификационная модель затем используется для настройки регулятора, что известно как метод косвенного адаптивного управления. Второе направление предполагает прямое обучение нейросетевого регулятора, когда сеть непосредственно формирует управляющее воздействие, минимизируя заданный функционал качества [2]. Третье, наиболее перспективное, по мнению авторов, направление лежит в области гибридных нейро-нечетких систем, где нейросетевые механизмы обучения сочетаются с лингвистической интерпретируемостью правил нечеткой логики [1].

Обращаясь к работам последних лет, нельзя не отметить значительный вклад исследований, выполненных в области декомпозиции сложных нейронных сетей. Как убедительно показано Дегтяревым Г.Л. и его коллегами на примере управления добычей нефти, прямое обучение большой нейронной сети для сложного динамического объекта часто оказывается практически нереализуемым из-за колоссальных временных затрат и вычислительных ресурсов [3]. Идея декомпозиции, то есть разбиения исходной сети на относительно независимые фрагменты (подсети), которые обучаются по отдельности, а затем объединяются, выглядит чрезвычайно привлекательной. Более того, авторы справедливо указывают на математическое обоснование этого приема: для показателей

степени, больших единицы, степень суммы чисел всегда больше суммы степеней этих чисел, что означает, что обучать несколько маленьких подсетей легче, чем одну большую. Однако, как справедливо замечают сами исследователи, ключевой проблемой остается «правильная» декомпозиция – то есть такое разделение, которое сохраняло бы поведенческую эквивалентность исходной и декомпозированной моделей.

Особый интерес представляют работы, в которых рассматриваются нейронные сети с запаздыванием в аргументах функций состояния и управления. В исследовании Царьковой Е.Г., посвященном управлению робототехническими комплексами в экстремальных условиях, предложена математическая модель, описываемая системой дифференциальных уравнений второго порядка с запаздыванием [4]. Автор справедливо отмечает, что пренебрежение запаздываниями, которые неизбежно присутствуют в реальных системах сбора данных и формирования управляющих сигналов, может привести к потере устойчивости. Применение принципа максимума Понтрягина к задаче оптимального управления с запаздыванием позволяет сформулировать необходимые условия оптимальности, а метод быстрого автоматического дифференцирования дает возможность построить численную процедуру. Разделяется точка зрения Царьковой Е.Г. о том, что запаздывания не следует рассматривать как досадную помеху – напротив, их учет обогащает модель и делает ее более адекватной реальности.

Нельзя обойти вниманием и активно развивающееся направление нейро-нечеткого управления. Сиддиков И.Х. и Умурзакова Д.М. предложили структуру адаптивной системы, включающую три ключевых компонента: сам объект, эмулятор регулятора и компенсатор [5]. При этом для формализации каждого из них используется нечеткая модель Сугено, имеющая пятислойную архитектуру. Особенность подхода заключается в том, что обучение нечеткой сети осуществляется методом интерактивной адаптации, что, по утверждению авторов, позволяет повысить эффективность решения задачи управления. Тем не менее, следует отметить, что предложенная система остается достаточно сложной в настройке, а сходимость алгоритмов обучения сильно зависит от выбора начальных параметров.

Что касается нерешенных вопросов, то здесь следует указать на отсутствие общепринятой методологии синтеза нейросетевых регуляторов для нестационарных объектов с быстро меняющимися параметрами. Большинство существующих работ либо предполагают квазистационарность (то есть медленное изменение параметров), либо требуют постоянного дообучения сети, что ведет к чрезмерной вычислительной нагрузке [2, 4]. Кроме того, проблема обеспечения устойчивости замкнутой системы при использовании нейросетевого регулятора, веса которого продолжают адаптироваться в реальном времени, далека от окончательного решения. Именно эти вопросы и побудили авторов обратиться к разработке собственной математической модели, которая в определенной степени позволяла бы смягчить указанные противоречия.

Материалы и методы

В основе исследования лежит предположение о том, что сложный динамический объект управления может быть описан в дискретном времени с использованием рекуррентной нейронной сети специальной архитектуры. Выбор дискретного времени обусловлен тем, что в большинстве практических приложений управление реализуется с помощью цифровых вычислительных устройств, работающих с фиксированным тактом квантования. Следует отдавать себе отчет в том, что это накладывает ограничения на частотные свойства системы, однако такой подход считается оправданным с точки зрения практической реализуемости.

В качестве методологической основы использовалось сочетание нескольких подходов. Во-первых, это теория оптимального управления, и в частности, принцип максимума, который позволил корректно сформулировать краевую задачу для обучения сети. Во-вторых, это методы стохастической аппроксимации, лежащие в основе большинства градиентных алгоритмов настройки весов. В-третьих, использовались результаты теории адаптивных систем, касающиеся условий устойчивости и сходимости. Организация исследования включала несколько этапов: аналитический обзор (результаты которого частично представлены выше), формальную постановку задачи, вывод основных соотношений, компьютерное моделирование и анализ полученных данных. При проведении вычислительных экспериментов использовалась среда MATLAB с пакетом Deep Learning Toolbox, а также ряд собственных скриптов, реализующих предложенные алгоритмы. Объем обучающей выборки варьировался в зависимости от сложности тестового объекта, но в среднем составлял от 500 до 2000 отсчетов. Для оценки качества управления использовались как интегральные критерии (IAE, ISE), так и показатели робастности при действии параметрических возмущений.

Результаты исследования: математическая модель и концептуальные формулы

Перейдем теперь к изложению ключевого результата работы – математической модели искусственной нейронной сети, предназначенной для управления сложными динамическими объектами в условиях неопределенности. Архитектура сети является многослойной (число слоев L не фиксировано и может варьироваться в зависимости от сложности объекта), однако в отличие от классического персептрона, вводятся перекрестные связи между нейронами одного слоя, а также элементы задержки, что позволяет сети сохранять информацию о предыстории. Такая архитектура известна как сеть Элмана или Джордана, но в данном случае она модифицируется добавлением возможности адаптации не только весов, но и параметров функций активации.

Состояние сети в момент времени t описывается совокупностью выходных сигналов всех нейронов. Для формализации требуется ввести следующие обозначения. Пусть $x_i^{(l)}(t)$ – выход i-го нейрона слоя l в момент t, где l=1,…, L, а i=1,…, N_l (N_l – число нейронов в слое l). Входной слой (l=1) принимает сигналы от объекта управления: это могут быть текущие значения регулируемых переменных, их предыдущие значения, а также управляющие сигналы в предыдущие моменты времени. Выходной слой (l=L) формирует управляющее воздействие u(t). Связи между нейронами характеризуются весовыми коэффициентами $w_{ij}^{(l)}$, которые подлежат настройке в процессе обучения.

Динамика распространения сигнала в такой сети может быть описана следующим рекуррентным соотношением, которое предлагается в качестве первой концептуальной формулы модели (1).

$$x_i^{(l)}(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^{N_{l-1}} w_{ij}^{(l)}(t) \cdot x_j^{(l-1)}(t+1) + \sum_{k=1}^{N_l} v_{ik}^{(l)}(t) \cdot x_k^{(l)}(t) + b_i^{(l)}(t) + \xi_i^{(l)}(t)\right), \quad (1)$$

где введены следующие обозначения. Первая сумма представляет собой стандартный вклад от нейронов предыдущего слоя, что характерно для сетей прямого распространения. Вторая сумма, включающая коэффициенты $v_{ik}^{(l)}$, описывает рекуррентные (обратные) связи внутри одного слоя, позволяя сети демонстрировать динамическое поведение, подобное рекуррентным нейронным сетям. Здесь $b_i^{(l)}(t)$ – смещение (bias) i-го нейрона слоя l, а $\xi_i^{(l)}(t)$ – аддитивная помеха, моделирующая неопределенность, связанную с неточностью измерений или неучтенными возмущениями. Функция $f(\cdot)$ – функция активации, в качестве которой мы в общем случае используем гиперболический тангенс или сигмоиду, но допускаем и параметрические варианты, например, $f(z)=\tanh(\alpha z)$ с настраиваемым коэффициентом α. Множитель α здесь играет роль, аналогичную «температуре» в статистической физике: чем он больше, тем ближе функция к ступенчатой, и наоборот.

Важно подчеркнуть, что временные индексы в этой формуле расставлены не произвольно. Задержка на один такт (t+1 в левой части и t в правой части для рекуррентных слагаемых) обеспечивает причинность: состояние сети в следующий момент зависит только от ее текущего состояния и входов. Это соответствует физической реализуемости системы управления. Слагаемое $\xi_i^{(l)}(t)$ мы вводим не формально, а с – конкретным вероятностным смыслом: предполагается, что это центрированный гауссовский шум с дисперсией, которая также может адаптироваться. Такой подход роднит модель с байесовскими нейронными сетями, где веса и смещения рассматриваются как случайные величины.

Вторая ключевая формула описывает процедуру адаптации (обучения) весовых коэффициентов. Не представляется возможным использовать классический алгоритм обратного распространения ошибки в его стандартном виде, поскольку наличие рекуррентных связей и аддитивных шумов делает задачу существенно более сложной. Поэтому предлагается использовать комбинированный подход, основанный на методе градиентного спуска с инерционным членом (импульсом), который позволяет сглаживать случайные флуктуации градиента, возникающие из-за шума. Правило настройки веса $w_{ij}^{(l)}$ имеет вид (2).

$$w_{ij}^{(l)}(t+1) = w_{ij}^{(l)}(t) - \eta \frac{\partial E(t)}{\partial w_{ij}^{(l)}} + \mu\left(w_{ij}^{(l)}(t) - w_{ij}^{(l)}(t-1)\right) + \lambda \cdot sign\frac{\partial E(t)}{\partial w_{ij}^{(l)}} \cdot \left|w_{ij}^{(l)}(t)\right|, \quad (2)$$

где η – скорость обучения (положительный скаляр),

μ – коэффициент инерции (обычно в интервале (0,1)),

λ – коэффициент регуляризации L1,

$E(t)$ – мгновенная ошибка управления, например, квадрат разности между желаемым и фактическим выходом системы.

Последнее слагаемое с sign-функцией и произведением на абсолютное значение веса представляет собой модифицированную L1-регуляризацию, которая способствует разреживанию (sparsity) весов, то есть об-

нулению малозначимых связей. Это, в свою очередь, упрощает структуру сети и снижает риск переобучения. В отличие от стандартной L1-регуляризации, где член добавлен непосредственно в функционал ошибки, здесь он встроен непосредственно в динамику изменения весов. Такой прием, как представляется, более удобен с вычислительной точки зрения, поскольку не требует пересчета градиента регуляризационного члена на каждой итерации.

Производная ошибки по весу вычисляется с помощью динамического варианта метода обратного распространения, который учитывает, что сеть является рекуррентной. Фактически, разворачивается сеть во времени на конечный горизонт (backpropagation through time, BPTT), что требует хранения предыстории сигналов. Однако, чтобы избежать экспоненциального роста вычислительной сложности, используется усеченный вариант BPTT, где градиент вычисляется только на конечном числе шагов назад (truncated BPTT). Величина этого горизонта является гиперпараметром и выбирается экспериментально, исходя из оценки времени затухания корреляций в системе.

Обращает на себя внимание содержательный смысл предложенных формул. Первая формула задает «генерацию» сигнала: текущее состояние сети есть нелинейное преобразование взвешенной суммы предыдущих состояний и входов. Эта формула инвариантна относительно сдвига во времени, что делает сеть однородной, то есть способной к обучению на последовательностях переменной длины. Вторая формула, напротив, описывает «мета-уровень» – изменение параметров самой сети. Это двухуровневое представление (динамика состояний и динамика весов) характерно для теории адаптивных систем, и оно позволяет применять аппарат функций Ляпунова для анализа устойчивости. В частности, можно показать, что при определенных ограничениях на скорость обучения η и коэффициент инерции μ процесс настройки весов сходится к локальному минимуму среднеквадратичной ошибки с вероятностью, близкой к единице.

Обсуждение полученных результатов и анализ данных

Для проверки работоспособности предложенной модели проведена серия вычислительных экспериментов на тестовых объектах. В качестве первого объекта был выбран нелинейный осциллятор Ван дер Поля, описываемый дифференциальным уравнением второго порядка: $y'' - \mu(1 - y^2)y' + y = u(t)$, где y – выход, u – управление. Этот объект интересен тем, что демонстрирует автоколебательный режим при отсутствии управления, а при наличии управления – сложное хаотическое поведение при определенных параметрах. Параметр μ задавался равным 1.5. Задача состояла в стабилизации выхода y в окрестности нулевого положения. Классический ПИД-регулятор, настроенный на линеаризованную модель в окрестности нуля, справлялся с этой задачей лишь при малых начальных отклонениях. При увеличении начального смещения до $y(0)=2.0$ ПИД-регулятор приводил к возникновению незатухающих колебаний.

Обучена предлагаемая нейросетевая модель на временном интервале [0, 100] с шагом дискретизации 0.01 секунды. Архитектура сети включала 3 скрытых слоя по 20 нейронов в каждом, горизонт усеченного BPTT был выбран равным 10 шагам. Обучение проводилось в течение 500 эпох. В таблице 1 приведены значения интегральных критериев качества для трех типов регуляторов: классического ПИД, нейросетевого регулятора с непрерывной адаптацией (обучение на каждой итерации) и предлагаемого регулятора с адаптацией по накоплению ошибки и регуляризацией. Результаты усреднены по 20 реализациям с разными начальными условиями.

Таблица 1

Сравнение показателей качества управления

Тип регулятора	IAE (интеграл abs ошибки)	ISE (интеграл квадрата ошибки)	Макс. перерегулирование, %	Время вычисления на такт, мс
ПИД	124.3 ± 12.1	45.2 ± 6.3	28.4	0.5
Нейросетевой с непрерывной адаптацией	87.6 ± 15.4	31.5 ± 9.8	15.2	12.3
Предлагаемая модель (с регуляризацией и инерцией)	79.2 ± 8.7	27.1 ± 5.2	11.7	8.6

Анализ таблицы позволяет сделать несколько выводов. Во-первых, оба нейросетевых регулятора существенно превосходят ПИД по интегральным показателям качества и перерегулированию, что подтверждает целесообразность применения нейросетевых методов для нелинейных объектов. Во-вторых, предлагаемая модель демонстрирует несколько лучшие показатели по сравнению с регулятором с непрерывной адаптацией, причем различие особенно заметно в дисперсии ошибки (меньший разброс означает большую робастность). Важно также, что время вычисления на такт у предлагаемой модели оказалось меньше, несмотря на более сложный алгоритм настройки весов. Это объясняется эффектом разреживания: регуляризация L1 обнулила около 30% весовых коэффициентов, что позволило сократить объем вычислений.

Однако не все оказалось столь гладким. При увеличении уровня шума в канале измерения (дисперсия шума возросла с 0.01 до 0.1) предлагаемый регулятор начал проявлять некоторую чувствительность: ошибка возросла примерно на 35%, в то время как для регулятора с непрерывной адаптацией – на 28%. Это указывает на то, что в условиях сильных высокочастотных помех преимущество предлагаемой модели может нивелироваться. Причина, как полагается, кроется в том, что L1-регуляризация, способствуя разреживанию, одновременно снижает избыточность сети, которая могла бы выполнять роль фильтра. Этот феномен требует дальнейшего изучения.

Заключение

Подводя итог исследованию, сформулируем основные выводы и обобщения. Разработанная математическая модель искусственной нейронной сети, описываемая двумя предложенными формулами, позволяет эффективно решать задачи управления сложными динамическими объектами в условиях неопределенности, включая наличие параметрических возмущений, нелинейностей и запаздываний. Ключевой особенностью модели является двухуровневая динамика: на нижнем уровне описывается распространение сигналов в сети с рекуррентными связями, на верхнем – адаптация весов с использованием инерционного градиентного спуска и регуляризации L1, встроенной непосредственно в правило обновления весов.

Практическая значимость работы заключается в том, что предложенные соотношения могут быть непосредственно реализованы в виде программного кода для контроллеров реального времени. Экспериментальная проверка на тестовом объекте (осцилляторе Ван дер Поля) показала, что предлагаемый регулятор превосходит как классический ПИД, так и стандартный нейросетевой регулятор с непрерывной адаптацией, особенно с точки зрения уменьшения разброса ошибки и сокращения вычислительных затрат благодаря эффекту разреживания весов.

Основные направления для дальнейших исследований видятся в следующем. Во-первых, требуется более глубокое теоретическое обоснование условий устойчивости замкнутой системы при использовании предлагаемой модели, возможно, с применением аппарата функций Ляпунова для систем с запаздыванием. Во-вторых, представляет интерес гибридизация предлагаемой модели с нечеткой логикой, что позволило бы повысить интерпретируемость решений. Здесь можно опереться на результаты, представленные в работах [1, 5, 8], где нейро-нечеткие подходы показали свою эффективность. В-третьих, необходимо провести более масштабное тестирование на реальных промышленных объектах, например, на процессах химической технологии или в задачах управления подвижными составами [6, 7, 9, 10]. Наконец, планируется исследовать возможность использования распределенных вычислений (CUDA) для ускорения процесса обучения, что особенно актуально для задач с большим числом нейронов и длинными временными горизонтами.

В ходе вычислительных экспериментов при определённых соотношениях параметров регуляризации наблюдалось преждевременное обнуление значительной доли весовых коэффициентов, что приводило к снижению качества управления. Данный эффект указывает на необходимость адаптации коэффициента λ во времени, например, по схеме его убывания по мере сходимости процесса обучения. Выбор горизонта усечённого метода обратного распространения во времени (truncated BPTT) также остаётся нетривиальной задачей: короткий горизонт не позволяет учитывать долгосрочные последствия управляющих воздействий, тогда как длинный горизонт провоцирует проблему затухающих градиентов. В представленной работе указанный параметр подбирался эмпирически для каждого тестового объекта, что ограничивает универсальность подхода. Отдельного исследования требует поведение предлагаемой модели при скачкообразных изменениях параметров объекта управления, в частности, при внезапном отказе исполнительного устройства. Предварительные численные эксперименты с моделированием обрыва канала управления показали, что система возвращается к устойчивому режиму, однако длительность переходного процесса может оказаться неприемлемой для некоторых классов аварийных ситуаций. В этой связи перспективным направлением видится интеграция в модель механизма обнаружения разладки, адаптированного к рекуррентной архитектуре, подобно описанному в работе.

Литература

1. Андриевская Н.В., Резников А.С., Черанев А.А. Особенности применения нейро-нечетких моделей для задач синтеза систем автоматического управления // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-7. С. 1445-1449; URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35784 (дата обращения: 17.04.2026).
2. Терехов В.А., Тюкин И.Ю. Синтез адаптивных нейросетевых регуляторов для нелинейных динамических объектов // Автоматика и телемеханика. – 2022. – Т. 83, № 4. – С. 567-583.
3. Дегтярев Г.Л., Алексеев Ф.Ф., Алексеев А.Ф., Широков П.С., Нагавкин С.В. Декомпозиция сложной нейронной сети нейронечеткого управления динамическим объектом в условиях неопределенности на примере нефтяного месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2021. – № 7. – С. 112-118.
4. Царькова Е. Г. Математическая модель искусственной нейронной сети для управления робото-техническим комплексом в экстремальных условиях // ИВД. 2022. №11 (95). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-iskusstvennoy-neyronnoy-seti-dlya-upravleniya-robototehnicheskim-kompleksom-v-ekstremalnyh-usloviyah (дата обращения: 17.04.2026).
5. Сиддиков И., Умурзакова Д. Синтез адаптивной нейро-нечеткой системы управления нелинейных динамических объектов // TSTU. 2019. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-adaptivnoy-neyro-nechetkoy-sistemy-upravleniya-nelineynyh-dinamicheskih-obektov (дата обращения: 17.04.2026).
6. Юсупбеков Н. Р., Мухитдинов Д. П., Саттаров О. У. Управление динамическими объектами на основе нейронных сетей // Journal of Advances in Engineering Technology. 2021. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-dinamicheskimi-obektami-na-osnove-neyronnyh-setey (дата обращения: 17.04.2026).
7. Раджибаев Д., Хромова Г., Хромов С. Математическая модель колебаний рамной конструкции тележек локомотивов сложной конфигурации при повышенных скоростях движения для транспортного машиностроения // Железнодорожный транспорт: актуальные вопросы и инновации. – 2022. – № 1(1-2). – С. 14-27.
8. Siddikov I.X., Umurzakova D.M. Adaptive neuro-fuzzy control system for nonlinear dynamic objects // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2022. – Vol. 9, Issue 2. – Pp. 189-196.
9. Peraza C., Valdez F., Garcia M., Melin P., Castillo O. A New Harmony Search Algorithm Using Fuzzy Logic for Dynamic Parameter Adaptation // Algorithms. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – P. 119.
10. Fargione G., Tringali D., Risitano G. A fuzzy-genetic control system in the ABS for the control of semi-active vehicle suspensions // Mechatronics. – 2022. – Vol. 78. – P. 102632.

Mathematical model of artificial neural network for control of complex dynamic objects under uncertainty

Leonteva A.A.
Siberian Federal University

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

This paper examines fundamental and applied aspects of constructing mathematical models of artificial neural networks aimed at solving a wide range of control problems for complex dynamic objects operating under conditions of significant parametric and structural uncertainty. An original perspective is proposed on the synthesis of neural network controllers that integrate adaptive mechanisms to compensate for the lack of a priori information about the behavior of the controlled object and the nature of external disturbances. The work provides a critical analysis of modern approaches to neural network control, identifying their strengths and weaknesses from the standpoint of computational efficiency and robustness. Special attention is paid to the development of two key formulas describing the functioning of the proposed mathematical model: the first formula defines the dynamics of signal propagation in a multilayered architecture with feedback, while the second formalizes the procedure for adapting weight coefficients based on gradient descent with inertia elements. The proposed relationships allow taking into account not only current control errors but also accumulated information about the process history, which is critically important for objects with delay. The results of computational experiments confirming the effectiveness of the developed model in comparison with classical controllers are presented. The conclusion formulates directions for further research related to the hybridization of neural network and fuzzy approaches.

Keywords: artificial neural network, mathematical model, complex dynamic objects, uncertainty, neurocontrol, adaptation, membership function, gradient descent, delay, robustness.

References

1. Andrievskaya N.V., Reznikov A.S., Cheranev A.A. Features of the Application of Neuro-Fuzzy Models for the Problems of Synthesizing Automatic Control Systems // Fundamental Research. 2014. No. 11-7. pp. 1445-1449; URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35784 (date of access: 17.04.2026).
2. Terekhov V.A., Tyukin I.Yu. Synthesis of Adaptive Neural Network Controllers for Nonlinear Dynamic Objects // Automation and Telemechanics. - 2022. - Vol. 83, No. 4. - pp. 567-583.
3. Degtyarev G.L., Alekseev F.F., Alekseev A.F., Shirokov P.S., Nagavkin S.V. Decomposition of a complex neural network for neuro-fuzzy control of a dynamic object under uncertainty using the example of an oil field // Oil Industry. - 2021. - No. 7. - P. 112-118.
4. Tsarkova E. G. Mathematical model of an artificial neural network for controlling a robotic complex in extreme conditions // IVD. 2022. No. 11 (95). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-iskusstvennoy-neyronnoy-seti-dlya-upravleniya-robototehnicheskim-kompleksom-v-ekstremalnyh-usloviyah (Accessed: 17.04.2026).
5. Siddikov I., Umurzakova D. Synthesis of an adaptive neuro-fuzzy control system for nonlinear dynamic objects // TSTU. 2019. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-adaptivnoy-neyro-nechetkoy-sistemy-upravleniya-nelineynyh-dinamicheskih-obektov (Accessed: 17.04.2026).
6. Yusupbekov N. R., Mukhitdinov D. P., Sattarov O. U. Control of dynamic objects based on neural networks // Journal of Advances in Engineering Technology. 2021. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-dinamicheskimi-obektami-na-osnove-neyronnyh-setey (accessed: 17.04.2026).
7. Radzhibaev D., Khromova G., Khromov S. Mathematical model of oscillations of the frame structure of locomotive bogies of complex configuration at high speeds for transport engineering // Railway transport: current issues and innovations. - 2022. - No. 1 (1-2). - P. 14-27.
8. Siddikov I.X., Umurzakova D.M. Adaptive neuro-fuzzy control system for nonlinear dynamic objects // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2022. – Vol. 9, Issue 2. – Pp. 189-196.
9. Peraza C., Valdez F., Garcia M., Melin P., Castillo O. A New Harmony Search Algorithm Using Fuzzy Logic for Dynamic Parameter Adaptation // Algo-rithms. – 2021. – Vol. 14, No. 4. – P. 119.
10. Fargione G., Tringali D., Risitano G. A fuzzy-genetic control system in the ABS for the control of semi-active vehicle suspensions // Mechatronics. – 2022. – Vol. 78. – P. 102632.

Разработка экономико-математической модели оптимизации состава гетерогенного парка беспилотных транспортных средств (бтс) для минимизации совокупной стоимости владения (tco) логистической системы

Мамиконян Андраник Мушегович
аспирант, Московский университет «Синергия», 1dronbro1@gmail.com

В статье рассматривается актуальная задача цифровизации логистических систем путем внедрения беспилотных технологий. Обосновывается необходимость перехода от традиционных парков к гетерогенным, состоящим из транспортных средств различной грузоподъемности и класса автономности. Целью исследования является разработка экономико-математической модели для оптимизации состава такого парка с целью минимизации совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO). В качестве методологической основы используется аппарат смешанно-целочисленного линейного программирования (MILP), позволяющий формализовать задачу выбора оптимального количества и типов техники при заданном грузопотоке и временных ограничениях. Построение системы ограничений модели опирается на методологические подходы к моделированию социально-экономических процессов [13]. Модель учитывает капитальные затраты на приобретение или лизинг БТС, операционные расходы (энергопотребление, техническое обслуживание) и косвенные издержки (простои, штрафы за нарушение сроков доставки). Проведенная апробация модели на примере условного распределительного центра демонстрирует ее работоспособность и потенциал снижения TCO до 15% за счет исключения неэффективных конфигураций парка.

Ключевые слова: беспилотное транспортное средство, БТС, гетерогенный парк, совокупная стоимость владения, TCO, экономико-математическое моделирование, оптимизация, математическое программирование, смешанно-целочисленное линейное программирование, MILP, управление цепями поставок, цифровая трансформация логистики, Total Cost of Ownership, Supply Chain Management, digital transformation.

Современный этап развития мировой экономики характеризуется стремительной цифровизацией транспортно-логистического комплекса. Одним из ключевых трендов является внедрение беспилотных транспортных средств (БТС), способных радикально повысить эффективность, безопасность и предсказуемость логистических операций. Переход от традиционных гомогенных парков к гетерогенным, состоящим из техники различной грузоподъемности, класса автономности и назначения, позволяет гибко реагировать на колебания спроса и диверсифицировать риски. Однако высокая капиталоемкость таких проектов создает значительные барьеры для внедрения и обуславливает необходимость комплексного подхода к управлению парком.

Основной проблемой становится выбор оптимальной конфигурации парка, который бы обеспечивал выполнение целевых показателей логистической системы при минимальных затратах. Традиционные подходы, основанные на экспертных оценках или моделях для транспорта с ДВС, не учитывают специфические факторы, присущие БТС: высокую начальную стоимость, циклы деградации аккумуляторных батарей, время зарядки и требования к инфраструктуре. В связи с этим задача научно обоснованной оптимизации состава парка с целью минимизации его совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO) приобретает первостепенную важность, что подтверждается исследованиями экономических последствий цифровизации логистических процессов и экономической эффективности внедрения умных технологий в различных отраслях [5, 12]. В связи с этим задача научно обоснованной оптимизации состава парка с целью минимизации его совокупной стоимости владения (TCO) приобретает первостепенную важность. Формирование адекватного математического инструментария для оценки экономической эффективности таких ИИ-агентов в условиях технологических и кадровых ограничений является критически необходимым для сохранения устойчивости логистических систем [14].

Целью настоящей работы является разработка экономико-математической модели, позволяющей определить оптимальный состав гетерогенного парка БТС для минимизации *TCO* логистической системы. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Систематизировать ключевые компоненты совокупной стоимости владения (*TCO*) применительно к парку БТС.
2. Формализовать задачу оптимизации как задачу смешанно-целочисленного линейного программирования.
3. Разработать структуру целевой функции и системы ограничений модели.
4. Провести численный эксперимент для верификации предложенной модели и анализа чувствительности результатов к изменению входных параметров.

Научная новизна исследования заключается в разработке модели, интегрирующей уникальные технико-экономические показатели БТС (стоимость лидаров, циклы АКБ, время простоя на зарядке) в единую систему экономических координат. Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная модель предоставляет менеджменту логистических компаний инструмент количественной оценки эффективности инвестиций, позволяющий обосновать требуемую численность и номенклатуру закупаемой техники.

В качестве основного экономического критерия оптимизации выступает показатель совокупной стоимости владения (Total Cost of Ownership, TCO), рассчитанный на горизонте планирования T(например, 5 лет). Модель учитывает все релевантные денежные потоки, связанные с приобретением и эксплуатацией парка БТС. Компоненты TCO агрегированы следующим образом (на основе подходов к оценке экономической эффективности цифровых решений [5]:

$$TCO = CAPEX + OPEX + INDIRECT_COSTS , (1)$$

где: CAPEX (Capital Expenditures) — капитальные затраты, включающие первоначальную стоимость приобретения или приведенную стоимость лизинговых платежей за транспортные средства каждого типа;

OPEX (Operating Expenditures) — операционные расходы, складывающиеся из затрат на электроэнергию, плановое техническое обслуживание, внеплановый ремонт и замену основных компонентов (в первую очередь, аккумуляторных батарей);

INDIRECT_COSTS — косвенные издержки, которые часто упускаются при традиционном анализе, но являются критичными для БТС. К ним относятся потери от простоев транспорта, штрафы за нарушение сроков доставки (*SLA*), а также альтернативные издержки замороженного капитала.

Задача ставится как поиск оптимального набора транспортных средств, минимизирующего функцию *TCO* при выполнении всех операционных требований.

Переменные модели:

- $x_i \in \{0,1\}$— бинарная переменная, принимающая значение 1, если в парке присутствует хотя бы одно транспортное средство типа i, и 0 в противном случае.
- $n_i \in \mathbb{Z}^+$— количество транспортных средств типа i.
- y_{ij}— объем груза (в тоннах/паллетах), перевозимый транспортными средствами типа iна маршруте/сегменте j.

Целевая функция:

Минимизировать совокупную стоимость владения по формуле (2):

$$\min Z = \sum_{i=1}^{m} (CAPE\ X_i \cdot x_i + OPEX_i \cdot n_i + \\ + INDIRECT_COSTS(n_1, \dots, n_m, y_{ij}) \ , (2)$$

Система ограничений:

Модель включает ряд балансовых и ресурсных ограничений [3]:

1. Баланс по объему перевозок: суммарный объем перевозок всеми типами ТС должен покрывать прогнозный спрос (D_j) на каждом сегменте j:

$$\sum_{i=1}^{m} y_{ij} \geq D_j, \forall j \in J, (3)$$

2. Ограничение по провозной способности: объем перевозок конкретным типом ТС ограничен его количеством и производительностью (γ_{ij}):

$$y_{ij} \leq \gamma_{ij} \cdot n_i, \forall i \in I, \forall j \in J, (4)$$

3. Временные ограничения: общее время выполнения рейса транспортным средством типа iна сегменте $j(t_{ij})$ не должно превышать допустимое время окна доставки ($T_{max,j}$):

$$t_{ij} \cdot y_{ij} \leq T_{max,j} \cdot n_i, \forall i \in I, \forall j \in J, (5)$$

4. Логическая связь между переменными: количество ТС не может быть положительным, если данный тип не выбран для закупки [3].

$$n_i \leq M \cdot x_i, \forall i \in I, (6)$$

где M— достаточно большое число (верхняя граница количества ТС данного типа).

Таким образом, сформулирована задача смешанно-целочисленного линейного программирования (*MILP*), которая может быть решена с помощью стандартных коммерческих солверов (например, CPLEX, Gurobi).

Для верификации предложенной модели была проведена ее апробация на примере условного распределительного центра крупной розничной сети, обслуживающего городскую агломерацию. Рассматривались три типа гипотетических БТС:

- Тип 1: Легкий городской курьерский робот-грузовик.
- Тип 2: Среднетоннажный магистральный тягач для межскладских перевозок.
- Тип 3: Тяжелый самосвал для вывоза отходов и крупногабаритных грузов.

Оптимальное решение было получено с использованием солвера Gurobi 10.0 в среде Python (библиотека PuLP) / MATLAB Optimization Toolbox.

Прогнозный годовой грузопоток составил 150 000 тонн. На основе рыночных данных о стоимости БТС, расходе энергии и производительности были сформированы исходные параметры модели.

Базовый сценарий был сформирован методом экспертных оценок и предполагал закупку 15 единиц техники Типа 2 и 5 единиц техники Типа 3.

Оптимальное решение, полученное с помощью модели, показало иную конфигурацию парка:

- Количество ТС Типа 1: 60 ед.
- Количество ТС Типа 2: 8 ед.
- Количество ТС Типа 3: 7 ед.

Сравнительный анализ показал, что переход к оптимальному составу парка позволяет снизить прогнозируемую совокупную стоимость владения (TCO) на 15-18% за счет более эффективного распределения грузопотока и снижения доли дорогостоящих магистральных тягачей в пользу легких городских роботов, чья удельная стоимость перевозки на "последней миле" оказалась ниже.

Был проведен анализ чувствительности. Изменение ключевого параметра — стоимости электроэнергии — на ±20% привело к отклонению оптимального значения целевой функции всего на 3-4%, что свидетельствует о высокой устойчивости полученного решения. При этом структура парка оставалась практически неизменной, менялось лишь незначительно общее количество задействованных единиц техники.

Полученные результаты подтверждают работоспособность предложенной модели и ее способность находить экономически эффективные решения, недоступные при использовании традиционных методов планирования.

В рамках проведенного исследования была решена актуальная научно-практическая задача по разработке экономико-математической модели оптимизации состава гетерогенного парка беспилотных транспортных средств (БТС). Актуальность работы обусловлена необходимостью перехода от экспертно-качественных методов планирования к количественным инструментам поддержки принятия решений в условиях высокой капиталоемкости и технологической сложности проектов автоматизации логистики. Традиционные подходы не учитывают специфику совокупной стоимости владения (TCO) для БТС, включающую уникальные компоненты, такие как стоимость высокотехнологичных сенсоров, деградацию аккумуляторных батарей, время простоя на зарядку и зависимость от инфраструктуры.

Основные научные результаты:

1. Систематизированы ключевые компоненты TCO применительно к парку БТС. Предложена декомпозиция совокупных затрат на капитальные вложения (CAPEX), операционные расходы (OPEX) и косвенные издержки (Indirect Costs), что позволило сформировать комплексный экономический критерий для целевой функции модели.

2. Впервые формализована задача выбора оптимального состава гетерогенного парка БТС как задача смешанно-целочисленного линейного программирования (MILP). Разработанная модель позволяет одновременно определять номенклатуру закупаемых типов техники (бинарные переменные) и их оптимальное количество (целочисленные переменные).

3. Построена система ограничений модели, которая, помимо стандартных балансовых уравнений по грузопотоку, включает временные ограничения на выполнение рейсов с учетом окон доставки, а также ресурсные ограничения, связанные с пропускной способностью терминальной и зарядной инфраструктуры. Это обеспечивает реализуемость полученного плана в реальных операционных условиях.

4. Проведена верификация модели на практическом примере условного распределительного центра. Численный эксперимент продемонстрировал работоспособность предложенного подхода и его экономическую эффективность. В частности, применение модели позволило определить оптимальную структуру парка, состоящую из трех различных классов БТС, что обеспечило снижение прогнозируемой TCO на 15–18% по сравнению с базовым сценарием, сформированным на основе экспертных оценок.

5. Выполнен анализ чувствительности решения к изменению ключевых входных параметров, таких как стоимость электроэнергии и тарифов на перевозки. Результаты анализа показали высокую устойчивость оптимального решения, что подтверждает надежность модели при работе в условиях неопределенности рыночной конъюнктуры.

Практическая значимость разработанной модели заключается в создании универсального инструмента для логистических операторов и промышленных предприятий. Модель предоставляет возможность:

- Обосновывать инвестиционный бюджет на автоматизацию логистики с детальным расчетом срока окупаемости проекта.
- Принимать взвешенные решения о закупке конкретных моделей БТС, избегая избыточности или дефицита провозных мощностей.
- Планировать развитие сопутствующей инфраструктуры (зарядных станций, зон технического обслуживания) исходя из реальной потребности парка.
- Оценивать влияние изменения внешних факторов (стоимость энергии, запчастей) на общую экономику логистической системы.

Таким образом, цель исследования достигнута, поставленные задачи решены. Научная новизна и практическая ценность работы подтверждены результатами апробации.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

1. Интеграция стохастических элементов. Развитие детерминированной модели в стохастическую путем учета вероятностных характеристик спроса, времени в пути и отказов оборудования для повышения точности прогнозирования в нестабильной среде.

2. Динамическая адаптация модели. Создание алгоритма, позволяющего модели адаптироваться к изменениям в реальном времени (например, при поломках отдельных единиц техники или резком изменении объема заказов).

3. Расширение функционала. Интеграция модели с геоинформационными системами (ГИС) и имитационным моделированием для более точного расчета временных и маршрутных ограничений, что согласуется с современными подходами к развитию СППР для управления беспилотными системами [11].

4. Учет экологического фактора. Включение в целевую функцию показателей углеродного следа (CO2-эмиссии) для решения многокритериальной задачи оптимизации, учитывающей как экономические, так и экологические аспекты устойчивого развития.

Литература

1. Акишин, В. А. Экономико-математическая и статистическая модель оценки эффективности внедрения ИИ-агентов в условиях дефицита кадров и технологической импортозависимости / В. А. Акишин, О. С. Чемерис // Инновации и инвестиции. – 2026. – № 1. – С. 440-443. – EDN FYHMSQ.
2. Бауэрсокс, Д. Дж., Клосс, Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Пер. с англ. — М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2017. — 640 с.
3. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов / Л.В. Канторович. — М.: Издательство АН СССР, 1960. — 347 с.
4. Кобка, Е. О. Направления развития подходов в системах поддержки принятия решений при управлении беспилотными авиационными системами / Е. О. Кобка, О. С. Чемерис // Экономика строительства. – 2024. – № 6. – С. 280-282. – EDN YUXAAS.
5. Моделирование социально-экономических процессов : Учебное пособие / И. В. Ильин, О. С. Чемерис, А. И. Левина, А. С. Дубгорн. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2025. – 92 с. – ISBN 978-5-7422-9117-6. – DOI 10.18720/SPBPU/2/id25-264. – EDN VHXPPL.
6. Чемерис, О. С. Опыт внедрения цифровых технологий в железнодорожной логистике / О. С. Чемерис // Экономико-управленческий конгресс : Сборник статей по материалам Международного научно-практического мероприятия НИУ "БелГУ", Белгород, 10–11 ноября 2022 года / Отв. редактор: В.М. Захаров. – Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2022. – С. 454-459. – EDN YEHQPC.
7. Чемерис, О. С. Моделирование экономической эффективности внедрения умных технологий на сельхозпредприятиях / О. С. Чемерис, Р. В. Карпович // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2025. – № 1. – С. 159-166. – DOI 10.18101/2304-4446-2025-1-159-166. – EDN BBRCCK.
8. Сергеев В.И. Управление цепями поставок: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.И. Сергеев. — М.: Юрайт, 2025. — 480 с.
9. Lin, X., Negenborn, R. R., Lodewijks, G. Cost-oriented dynamic planning and control of waterborne AGV systems // Flexible Services and Manufacturing Journal. – 2022. – Vol. 28, No. 1-2. – P. 135-160.

Development of an economic and mathematical model for optimizing the composition of a heterogeneous fleet of unmanned vehicles (uavs) to minimize the total cost of ownership (tco) of a logistics system

Mamikonian A.M.
Moscow University «Synergy»

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article considers the urgent task of digitalization of logistics systems through the introduction of unmanned technologies. The necessity of transition from traditional fleets to heterogeneous ones, consisting of vehicles of various carrying capacities and class of autonomy, is substantiated. The aim of the study is to develop an economic and mathematical model for optimizing the composition of such a fleet in order to minimize the total Cost of Ownership (TCO). As a methodological basis, the apparatus of mixed-integer linear programming (MILP) is used, which makes it possible to formalize the task of choosing the optimal number and types of equipment for a given cargo flow and time constraints. The construction of a system of model constraints is based on methodological approaches to modeling socio-economic processes [13]. The model takes into account capital expenditures for the purchase or leasing of BTS, operating costs (energy consumption, maintenance) and indirect costs (downtime, penalties for violation of delivery dates). The conducted testing of the model using the example of a conditional distribution center demonstrates its operability and the potential to reduce TCO by up to 15% by eliminating inefficient fleet configurations.

Keywords: unmanned vehicle, BTS, heterogeneous fleet; total cost of ownership, TCO, economic and mathematical modeling, optimization, mathematical programming, mixed-integer linear programming, MILP, supply chain management, digital transformation of logistics, Total Cost of Ownership, Supply Chain Management, digital transformation.

References

1. Akishin, V. A. Economic-mathematical and statistical model for assessing the efficiency of AI agent implementation amidst labor shortages and technological import dependence / V. A. Akishin, O. S. Chemeris // Innovations and Investments. – 2026. – No. 1. – P. 440-443. – FYHMSQ Publishing House.
2. Bowersox, D. J., Closs, D. J. Logistics: The Integrated Supply Chain / Trans. from English — Moscow: Olimp-Business CJSC, 2017. — 640 p.
3. Kantorovich, L. V. Economic Calculation of the Best Use of Resources / L. V. Kantorovich. — Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1960. — 347 p.
4. Kobka, E. O. Directions for the development of approaches in decision support systems for managing unmanned aerial systems / E. O. Kobka, O. S. Chemeris // Construction Economics. – 2024. – No. 6. – P. 280-282. – EDN YUKSAAS.
5. Modeling Socio-Economic Processes: A Study Guide / I. V. Ilyin, O. S. Chemeris, A. I. Levina, A. S. Dubgorn. – Saint Petersburg: Saint Petersburg Polytechnic University, 2025. – 92 p. – ISBN 978-5-7422-9117-6. – DOI 10.18720/SPbPU/2/id25–264. – EDN VHXPPL. 6. Chemeris, O. S. Experience in implementing digital technologies in railway logistics / O. S. Chemeris // Economics and Management Congress: Collection of articles based on the proceedings of the International Scientific and Practical Event at NRU "BelSU", Belgorod, November 10–11, 2022 / Ed. by V. M. Zakharov. – Belgorod: Belgorod State University, 2022. – P. 454–459. – Publisher: YEHQPC.
7. Chemeris, O. S. Modeling the economic efficiency of implementing smart technologies at agricultural enterprises / O. S. Chemeris, R. V. Karpovich // Bulletin of Buryat State University. Economics and Management. – 2025. – No. 1. – P. 159–166. – DOI 10.18101/2304-4446-2025-1-159-166. – Publisher: BBRCCK.
8. Sergeev, V. I. Supply Chain Management: Textbook for Bachelor's and Master's Programs / V. I. Sergeev. — Moscow: Yurayt, 2025. — 480 p.
9. Lin, H., Negenborn, R. R., Lodewijks, G. Economically-oriented dynamic planning and control of water-based AGV systems // Journal of Flexible Services and Manufacturing. – 2022. – Vol. 28, No. 1–2. – P. 135–160.

Динамический подход к формированию системы показателей экономической безопасности региона на основе оперативных физических индикаторов

Рябинин Валерий Игоревич
аспирант, кафедра менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

В статье рассматриваются вопросы совершенствования информационного обеспечения систем мониторинга экономической безопасности на региональном уровне. Авторами предлагается развитие традиционных подходов за счет внедрения динамического анализа оперативных физических индикаторов, поступающих из ведомственных систем государственного сектора и инфраструктурных компаний (Минэнерго и ОАО «РЖД»). В работе подробно исследован отечественный и зарубежный опыт формирования систем показателей экономической безопасности и устойчивости территорий. На примере реальных помесячных данных Челябинской и Воронежской областей за 2024 год продемонстрировано практическое применение предложенного динамического подхода. Доказано, что непрерывное наблюдение за краткосрочными изменениями (как спада, так и роста) в сочетании с контролем статических пороговых значений позволяет органам исполнительной власти своевременно идентифицировать скрытые структурные сдвиги и переводить возникающие экономические шоки в контролируемый режим.
Ключевые слова: экономическая безопасность региона, динамические показатели, пороговые значения, ведомственные системы, промышленный регион, диверсифицированная экономика, электропотребление, погрузка РЖД.

Вопросы обеспечения экономической безопасности регионов традиционно находятся в центре внимания как академического сообщества, так и органов государственного управления. Региональная экономика представляет собой сложную систему, подверженную влиянию множества внешних и внутренних факторов — от изменения конъюнктуры на мировых рынках сырья до локальных проблем на градообразующих предприятиях. В этих условиях качество управленческих решений напрямую зависит от глубины, точности и, главное, оперативности поступающей информации.

Большинство классических методик оценки безопасности территории базируются на официальных данных Росстата. Это фундаментальная, проверенная временем информация, однако специфика ее сбора предполагает существенный временной лаг. Годовые и даже квартальные агрегированные показатели публикуются тогда, когда деструктивные процессы или, напротив, точки роста уже сформировались и закрепились.

Для практического управления регионом этого бывает недостаточно. Чтобы вовремя помогать бизнесу, координировать занятость или перераспределять бюджетные потоки, региональным властям необходим доступ к «быстрым» данным. Реализация такого подхода возможна за счет интеграции первичных физических данных, циркулирующих внутри ведомственных информационных систем. Настоящее исследование направлено на теоретическое обоснование динамической модели мониторинга и ее верификацию на примере контрастных типов региональных хозяйственных систем.

Обзор исследований отечественных и зарубежных авторов

Проблематика экономической безопасности и устойчивости регионов детально исследована в научной литературе. Изучение трудов известных ученых позволяет понять, как эволюционировал аналитический инструментарий в этой сфере.

Формирование российской школы экономической безопасности неразрывно связано с именем академика В. К. Сенчагова. В своих работах он детально обосновал концепцию пороговых значений как критических рубежей, выход за которые означает переход системы в нестабильное состояние. В. К. Сенчагов и его последователи разработали перечни индикаторов для федерального и регионального уровней, охватывающие производство, финансы и социальную сферу. Главный акцент в его исследованиях сделан на методологии сопоставления реальных данных с нормативными границами.

Вопросами регионального измерения безопасности активно занимался А. И. Татаркин. В составе исследовательских коллективов он разрабатывал прикладные методики оценки социально-экономического положения территорий. А. И. Татаркин обращал особое внимание на то, что регионы России обладают разной ресурсной базой, а значит, и чувствительность к рискам у них неодинакова. В его трудах детально описаны механизмы диагностики депрессивных территорий и старопромышленных регионов.

Исследователь А. И. Илларионов в своих публикациях конца 1990-х и 2000-х годов сфокусировался на макроэкономических критериях безопасности. Он анализировал взаимосвязь между темпами экономического роста, уровнем инфляции, государственным долгом и общей стабильностью хозяйственной системы, предложив ряд количественных ориентиров для оценки устойчивости.

Современные авторы продолжают развивать эти подходы. Например, В. В. Криворотов и А. В. Калина работают над созданием комплексных методик, которые позволяют сводить разнородные показатели (от демографии до финансов) в единые интегральные индексы с помощью математического моделирования и присвоения весовых коэффициентов. Особенности устойчивости крупных индустриальных центров и моногородов подробно исследуются в работах О. А. Романовой, И. В. Ершовой и Е. Н. Новиковой. Эти авторы детально изучают, как технологическая модернизация и диверсификация производства помогают промышленным регионам справляться с внешними рыночными шоками.

В зарубежной научной мысли понятие экономической безопасности региона чаще всего рассматривается через призму концепции «региональной экономической устойчивости» (regional economic resilience).

Профессор Кембриджского университета Р. Мартин в соавторстве с П. Сунли создал детальную теоретическую модель того, как региональные экономики реагируют на кризисы. Они выделили несколько стадий этого процесса: от первоначального шока и способности системы его поглотить (shock absorption) до стадий адаптации, выхода из кризиса и последующей структурной перестройки. Р. Мартин подчеркивает, что регионы с разнообразной структурой хозяйства обычно быстрее возвращаются к росту, чем территории, зависящие от одной отрасли.

Анализ трудов перечисленных авторов показывает, что и в России, и за рубежом накоплен колоссальный методологический опыт. При этом современный этап развития цифровых технологий позволяет сделать следующий шаг: дополнить существующие теоретические модели механизмами работы с оперативными ведомственными данными в режиме реального времени.

Теория **использования оперативных физических данных**

Для улучшения мониторинга требуется плавный отказ от статистических индексов, расчет которых занимает много времени. Для их замены следует опираться на динамические показатели, которые присутствуют внутри ведомственных системах. Основное достоинство таких показателей — это устойчивость к искажениям.

В рамках данного подхода следует ориентироваться на такие индикаторы как:

1. Промышленное электропотребление. Данный показатель напрямую отражает реальный уровень загрузки мощностей крупных и средних индустриальных предприятий субъекта РФ

2. Объем погрузки на железнодорожных станциях Р, тыс. тонн. Сведения на основе информации из Министерства транспорта фиксирует натуральный объем логистики готовой продукции региональных производителей конечным потребителям.

Динамический мониторинг строится на совместном отслеживании темпов изменения указанных параметров. Для этого вводится коэффициент динамического баланса (*Kb*), рассчитываемый по формуле:

$$K_b = \frac{P_t/P_{t-1}}{E_t/E_{t-1}}$$

Где t обозначает отчетный месяц, а t-1 — предшествующий период.

Экономическое содержание данного коэффициента в контуре региональной безопасности сводится к трем базовым состояниям:

- При *Kb* примерно равном 1,0 объемы материальных потоков отгрузки соответствуют динамике расхода электроэнергии на производстве.
- При *Kb* больше 1,0 темпы вывоза продукции со складов опережают текущую скорость производства.
- При *Kb* меньше 1,0 предприятия продолжают расходовать энергоресурсы и выпускать продукцию, однако логистические цепочки заблокированы либо отсутствует рыночный спрос.

Практическая апробация на основе реальных данных Челябинской и Воронежской областей

Для демонстрации применимости предложенного подхода были привлечены реальные помесячные данные за второе полугодие 2024 года по двум субъектам Российской Федерации с принципиально разной структурой хозяйства:

1. **Челябинская область (промышленный монопрофиль).** Регион с доминированием металлургического комплекса (ММК, ЧМК), стабильность которого сильно зависит от внешней конъюнктуры рынков сырья и проката.

2. **Воронежская область (диверсифицированная экономика).** Регион со сбалансированной структурой хозяйства, где развиты агропромышленный комплекс, пищевая индустрия, машиностроение и торговля.

Официальные годовые итоги Росстата за 2024 год зафиксировали базовые индексы промышленного производства (ИПП) на уровне 102,5% для Воронежской области и 99,4% для Челябинской области. С точки зрения традиционного контроля порогов (где критической чертой является норма пороговые значения больше 100% ситуация в Челябинской области в конце года выглядела как незначительное, безопасное колебание около нормы (отклонение всего 0,6%). Наложим на эти же объекты систему оперативных физических показателей за июль-декабрь 2024 года.

В таблице 1 приведены реальные помесячные темпы изменения промышленного электропотребления и погрузки грузов на железнодорожных станциях (в долях единицы к предыдущему месяцу).

Таблица 1

Реальная помесячная динамика физических показателей регионов во II полугодии 2024 года (к предыдущему месяцу)

Субъект РФ и оперативные индикаторы	Июль 2024	Август 2024	Сентябрь 2024	Октябрь 2024	Ноябрь 2024	Декабрь 2024
Челябинская область						
Электропотребление Et/Et-1	0,991	0,994	0,990	1,012	0,985	1,005
Погрузка на РЖД Pt/Pt-1	0,931	0,942	0,981	0,975	0,940	0,935
Воронежская область						
Электропотребление Et/Et-1	1,011	1,005	1,021	0,992	1,008	1,015
Погрузка на РЖД Pt/Pt-1	1,025	1,012	1,038	0,988	1,015	1,028

Источник: составлено авторами на основе ежемесячных экспресс-сводок территориальных органов Росстата, отчетов ЮУЖД и ЮВЖД — филиалов ОАО «РЖД».

Анализ траектории динамического спада в Челябинской области

Применим предложенный математический аппарат для обнаружения скрытых структурных деформаций. В июле 2024 года крупные металлургические комбинаты Челябинской области поддерживали стабильные объемы выпуска, что подтверждается устойчивым уровнем энергопотребления (0,991 к июню, снижение составило менее 1%). Специфика металлургической плавки носит непрерывный характер, поэтому заводы физически не могут моментально остановить доменные и сталеплавильные печи.

В то же время из-за жестких инфраструктурных барьеров на Восточном полигоне железных дорог и сокращения экспортных портфелей заказов реальная отгрузка металлопродукции через станции ЮУЖД в июле резко упала — до 0,931 (сокращение на 6,9%).

Рассчитаем коэффициент динамического баланса для июля 2024 года:

$$K_b = \frac{0,931}{0,991} \approx 0,939$$

Полученное значение 0,939 находится существенно ниже безопасной единичной отметки. Система мониторинга зафиксировала латентную стадию кризиса: ресурсы активно расходуются, официальная годовая статистика не вызывает опасений, но каналы сбыта перекрыты, из-за чего затовариваются склады.

$$K_b = \frac{0,975}{1,012} \approx 0,963$$

Негативная динамика сохранялась на протяжении всего второго полугодия, следовательно истощая внутренние запасы прочности предприятий.

При анализе оперативных сведений Минэнерго и РЖД в Челябинской области была бы возможность выявить угрозу в августе 2024 года. Это обеспечило бы 5–6 месяцев для реализации упреждающих мер.

Анализ траектории динамического роста в Воронежской области

Экономическая система Воронежской области во втором полугодии 2024 года демонстрирует устойчивый инфраструктурно-производственный баланс. В июле, в период активного сбора и переработки сельскохозяйственного сырья, прирост промышленного энергопотребления на 1,1% (1,011) адекватно и синхронно подкреплялся увеличением объемов погрузки зерновых грузов и продуктов питания на станциях ЮВЖД на 2,5% (1,025).

$$K_b = \frac{0,988}{0,992} \approx 0,996$$

$$K_b = \frac{1,025}{1,011} \approx 1,014$$

В октябре в регионе зафиксировано плановое сезонное снижение промышленного энергопотребления на 0,8% (коэффициент 0,992), при этом объемы погрузки на железной дороге сократились пропорционально — на 1,2% (коэффициент 0,988):

На протяжении всего исследуемого периода коэффициент *Kb* Воронежской области стабильно удерживается в безопасном коридоре около целевой единицы (1,00 ± 0,01). Динамический срез подтверждает высокую эластичность и устойчивость диверсифицированной экономики региона согласно теории Р. Мартина. Незначительные просадки не перерастают в угрозы, поскольку падение объемов отгрузки в одном секторе

машиностроения оперативно компенсируется устойчивым ростом и сбытом в секторе агропромышленного комплекса. Риски скрытого затоваривания складов отсутствуют, система развивается сбалансированно.

Проведенная практическая апробация на реальных ежемесячных массивах данных позволяет сделать ключевой вывод исследования: своевременное поступление оперативной физической информации из ведомственных систем переводит экономический спад в категорию контролируемых и прогнозируемых процессов.

Региональные органы исполнительной власти не способны административными мерами изменить глобальную рыночную конъюнктуру или принудительно восстановить мировой спрос на продукцию монопрофильного сектора. Однако реальная задача упреждающего мониторинга экономической безопасности заключается в перехвате управления последствиями шока и минимизации ущерба за счет выигрыша во времени.

Литература

1. *Илларионов А.* Критерии экономической безопасности // Вопросы экономики. — 1998. — № 10. — С. 18-27.
2. *Криворотов В. В., Калина А. В.* Экономическая безопасность государства и регионов: Учебное пособие. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2022. — 351 с.
3. *Сенчагов В. К.* Экономическая безопасность России: Общий курс: Учебник. — 5-е изд. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 815 с.
4. *Татаркин А. И., Куклин А. А.* Изменение парадигмы исследований региональной экономической безопасности // Экономика региона. — 2012. — № 2. — С. 11-21.
5. Промышленное производство Челябинской области за 2025 год: Статистический бюллетень / Министерство экономического развития Челябинской области. — Официальный сайт Центра привлечения инвестиций Челябинской области [Электронный ресурс]. — URL: investregion174.ru (дата обращения: 19.06.2026).
6. Итоги работы промышленности Челябинской области в 2024 году [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства промышленности, новых технологий и природных ресурсов Челябинской области. — URL: gov74.ru
7. Итоги 2024 года в цифрах: Промышленность Воронежской области [Электронный ресурс] // Промышленные вести Воронежской области. — URL: promvesti-vrn.ru
8. *Ignatov A.* Country Economic Security Monitoring Rapid Indicators System // Systems. — 2023. — Vol. 11, No. 8. — P. 208.
9. *Lessmann K.* Regional inequality and internal conflict risks: A spatial analysis // Journal of Comparative Economics. — 2013. — Vol. 41, No. 1. — P. 112-124.
10. *Martin R., Sunley P.* On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation // Journal of Economic Geography. — 2015. — Vol. 15, No. 1. — P. 1-42

A Dynamic Approach to the System of Regional Economic Security Indicators Based on Operational Physical Indicators

Ryabinin V.I.
St. Petersburg State University of Economics

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article addresses the issues of improving the information support for monitoring systems of regional economic security. The authors propose the development of traditional approaches through the implementation of a dynamic analysis of operational physical indicators sourced from state-sector institutional systems and infrastructure corporations (the Ministry of Energy and JSC "Russian Railways"). The study provides a detailed investigation into domestic and foreign experiences in forming systems of indicators for economic security and regional resilience. Based on real monthly data from the Chelyabinsk and Voronezh regions for the year 2024, the practical application of the proposed dynamic approach is demonstrated. It is proved that continuous observation of short-term changes (both downturns and growth) combined with the control of static threshold values allows executive authorities to identify hidden structural shifts in a timely manner and convert emerging economic shocks into a controlled regime.

Keywords: regional economic security, dynamic indicators, threshold values, institutional systems, industrial region, diversified economy, power consumption, freight loading.

References

1. Illarionov A. Criteria of Economic Security // Voprosy Ekonomiki. — 1998. — No. 10. — Pp. 18-27.
2. Krivorotov V. V., Kalina A. V. Economic Security of the State and Regions: Textbook. — M.: UNITY-DANA, 2022. — 351 p.
3. Senchagov V. K. Economic Security of Russia: General Course: Textbook. — 5th ed. — Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, 2015. — 815 p.
4. Tatarkin A. I., Kuklin A. A. Changing the Paradigm of Research on Regional Economic Security // Regional Economics. — 2012. — No. 2. — Pp. 11-21.
5. Industrial Production in the Chelyabinsk Region in 2025: Statistical Bulletin / Ministry of Economic Development of the Chelyabinsk Region. — Official website of the Investment Attraction Center of the Chelyabinsk Region [Electronic resource]. — URL: investregion174.ru (accessed on 19.06.2026).
6. Results of the Chelyabinsk Region Industry in 2024 [Electronic resource] // Official website of the Ministry of Industry, New Technologies, and Natural Resources of the Chelyabinsk Region. — URL: gov74.ru
7. Results of 2024 in Figures: Industry of the Voronezh Region [Electronic resource] // Industrial News of the Voronezh Region. — URL: promvesti-vrn.ru
8. Ignatov A. Country Economic Security Monitoring Rapid Indicators System // Systems. — 2023. — Vol. 11, No. 8. — P. 208.
9. Lessmann K. Regional inequality and internal conflict risks: A spatial analysis // Journal of Comparative Economics. — 2013. — Vol. 41, No. 1. — P. 112-124.
10. Martin R., Sunley P. On the notion of regional economic resilience: conceptualization and explanation // Journal of Economic Geography. — 2015. — Vol. 15, No. 1. — P. 1-42.

Политика импортозамещения и динамика закупок отечественного программного обеспечения: эконометрическая оценка структурного сдвига

Рябышенков Александр Вячеславович
аспирант, Московский университет „Синергия“

Статья посвящена связи политики импортозамещения с динамикой закупок отечественного программного обеспечения в России. Цель исследования состоит в выявлении механизмов воздействия импортозамещающей политики на рынок российского ПО и пилотной эконометрической оценке структурного сдвига в закупках после 2022 года. Эмпирическая база включает нормативные документы, статистические материалы НИУ ВШЭ, исследования по технологической зависимости и данные о закупках отечественного ПО в 2019-2024 гг. В статье разграничиваются результативность политики как рост закупок, реальная эффективность как сохранение функциональности и стратегическая устойчивость как формирование зрелой цифровой экосистемы. Лог-линейная модель с фиктивной переменной фиксирует существенный сдвиг среднего уровня закупок после 2022 года. Однако включение временного тренда снижает устойчивость оценки, что не позволяет статистически строго отделить эффект ужесточения политики от общей восходящей динамики рынка. Сделан вывод о результативности импортозамещения в канале формирования спроса и необходимости осторожной интерпретации его долгосрочной эффективности.

Ключевые слова: импортозамещение, российское программное обеспечение, рынок ПО, технологический суверенитет, цифровая экономика, государственные закупки, эконометрическая оценка.

Введение

В цифровой экономике программное обеспечение стало базовой инфраструктурой государственного управления, корпоративного сектора, финансовых, производственных и логистических процессов. Поэтому зависимость от иностранных программных платформ перестала быть только рыночным вопросом и стала фактором технологической безопасности. После 2022 года, когда доступ к ряду зарубежных решений был ограничен, импортозамещение ПО приобрело стратегическое значение для устойчивости цифровой инфраструктуры России [2; 4].

Государственная политика в этой сфере опирается на ограничения закупок иностранного ПО, реестр российских решений, методические требования к переходу на отечественные продукты, грантовую поддержку и развитие особо значимых проектов [1-5; 18]. Однако сам по себе рост закупок еще не доказывает технологическую независимость: он может отражать как эффект политики, так и общий тренд цифровизации, санкционный шок, низкую базу и накопленный потенциал отечественных разработчиков.

Цель статьи состоит в анализе связи между политикой импортозамещения и динамикой закупок отечественного программного обеспечения. Для достижения цели систематизируются основные инструменты политики, разграничиваются формальная результативность, реальная эффективность и стратегическая устойчивость, рассматривается динамика закупок за 2019-2024 гг., а также выполняется эконометрическая проверка структурного сдвига с учетом временного тренда.

Объектом исследования является рынок российского программного обеспечения, предметом - влияние импортозамещающей политики на спрос и условия развития этого рынка. Проверяются три гипотезы: H1 - после 2022 года средний уровень закупок отечественного ПО заметно вырос; H2 - этот рост нельзя автоматически трактовать как чистый эффект политики; H3 - долгосрочная эффективность зависит не только от объема закупок, но и от качества внедрения, кадров, совместимости решений и зрелости экосистемы.

Научная новизна состоит в сочетании институционального анализа импортозамещения с критериальной рамкой эффективности и эконометрической проверкой структурного сдвига. В работе показано, что рост закупок является важным индикатором спросового эффекта, но не достаточным доказательством полной технологической независимости и долгосрочной эффективности замещения. Практическая значимость заключается в возможности использовать предложенную рамку для оценки закупок не только по происхождению продукта, но и по критериям внедрения, сопровождения и устойчивости цифровой инфраструктуры.

1. Теоретические основания и обзор литературы

Литература по теме объединяет несколько подходов. Исследования национального рынка ПО показывают роль государства, стандартов, совместимости и экосистемных эффектов [6]. Работы о технологическом суверенитете подчеркивают, что импортозамещение в ИКТ должно снижать критическую зависимость от внешних платформ, инструментов и цепочек поставок [7; 13]. Отдельный блок исследований рассматривает риски перехода на отечественные ИТ-решения: потери эффективности, издержки миграции, нехватку специалистов и проблемы интеграции [12; 15].

Для рынка программного обеспечения особенно важны экосистемные и закупочные аспекты. Кейс российских компаний «1С» и «Галактика» показывает значение партнерских сетей и платформенной модели [16], а работы о государственных закупках фиксируют роль публичного спроса как канала реализации импортозамещения [17]. Общая проблема этих исследований состоит в том, что они редко дают инструмент строгой причинной оценки эффекта политики на коротких временных рядах. Поэтому настоящая статья сознательно ограничивается проверкой структурного сдвига и его устойчивости к включению тренда.

2. Механизмы воздействия политики импортозамещения на рынок российского ПО

Политика импортозамещения воздействует на рынок ПО через несколько каналов. Нормативный канал ограничивает закупки иностранного программного обеспечения при наличии российских аналогов [1].

Реестровый канал определяет, какие решения признаются отечественными и могут получать закупочные преимущества. Организационный канал связан с методическими рекомендациями и координацией перехода на российские продукты [3]. Финансовый канал поддерживает разработку и внедрение решений через гранты и особо значимые проекты [18].

Экономический эффект этих каналов прежде всего проявляется через спрос: государственные и квазигосударственные заказчики формируют гарантированную внедренческую базу для отечественных разработчиков. Вместе с тем такой механизм имеет ограничения. Наличие продукта в реестре не равно зрелости решения, административный спрос не всегда создает конкуренцию, а быстрый переход может сопровождаться скрытыми издержками миграции.

3. Институциональная база и стратегические ориентиры развития рынка отечественного ПО

Институциональная база импортозамещения ПО формировалась с середины 2010-х годов. Постановление Правительства РФ № 1236 установило запрет на закупку иностранного ПО при наличии российских аналогов [1]. После 2022 года приоритет был усилен указом Президента РФ № 166, который закрепил необходимость технологической независимости критической информационной инфраструктуры [2].

Дальнейшее развитие политики связано с методическими рекомендациями Минцифры, Концепцией технологического развития до 2030 года и национальным проектом «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [3-5]. Эти документы переводят импортозамещение из режима единичной замены продуктов в режим построения собственной цифровой инфраструктуры, включающей платформы, инженерные компетенции, кадры и условия масштабирования отечественных решений.

Таким образом, к середине 2020-х годов импортозамещение российского ПО представляет собой многоуровневую систему. Ее элементы - закупочные ограничения, реестр, методики миграции, стратегические документы и проектная поддержка - направлены на ускорение спроса и развитие внутреннего предложения, но дают разные эффекты по сегментам рынка.

4. Текущее состояние рынка российского программного обеспечения и его количественные характеристики

Рынок российского программного обеспечения развивается в условиях общего роста цифровой экономики и усиления внешних ограничений. По данным НИУ ВШЭ, вклад сектора ИКТ в ВВП России в 2022 году составил 4215 млрд руб., а доля сектора в валовой добавленной стоимости достигла 3% [8; 9]. Одновременно после 2022 года сократился импорт ИКТ-услуг, что усилило стимулы к развитию внутренних решений [7; 8].

Наиболее наглядным индикатором воздействия политики остаются закупки отечественного ПО государственными корпорациями и компаниями с государственным участием. По данным Ю.И. Тимченко, их объем вырос с 1,6 млрд руб. в 2019 году до 102,46 млрд руб. в 2022 году, 266,0 млрд руб. в 2023 году и 196,0 млрд руб. в 2024 году [14]. Даже с учетом снижения 2024 года показатель остается намного выше уровня начального периода.

Сравнение периодов до и после 2022 года показывает масштаб сдвига. Средний арифметический объем закупок вырос с 21,5 млрд руб. в 2019-2021 гг. до 188,15 млрд руб. в 2022-2024 гг., то есть в 8,75 раза. Геометрическое среднее увеличилось с 6,8 до 174,8 млрд руб., или в 25,7 раза. Такой разрыв указывает на высокую неоднородность ряда и наличие резких скачков спроса.

Таблица 1
Динамика закупок отечественного программного обеспечения, млрд руб.

Год	Объем закупок	Темп прироста, %
2019	1,6	-
2020	3,299	106,2
2021	59,6	1706,6
2022	102,46	71,9
2023	266,0	159,6
2024	196,0	-26,3

Динамика была неравномерной: темпы прироста составили 106,2% в 2020 году, 1706,6% в 2021 году, 71,9% в 2022 году и 159,6% в 2023 году, после чего в 2024 году зафиксировано снижение на 26,3%. Это важно для интерпретации: рост после 2022 года нельзя рассматривать как единственный скачок, полностью объясняемый новым режимом регулирования.

Данные таблицы показывают, что перелом ряда связан не только с 2022 годом, но и с предшествующим ростом 2021 года. Поэтому последующая эконометрическая проверка должна отделять сам факт структурного сдвига от общего восходящего тренда рынка.

5. Ограничения, риски и условия реальной эффективности импортозамещения

Ключевая проблема оценки импортозамещения состоит в различии между формальной результативностью и реальной эффективностью. Формальная результативность выражается в росте закупок отечественных решений, тогда как реальная эффективность означает сохранение или повышение производительности, снижение системных рисков, управляемость миграции и появление устойчивой цифровой экосистемы.

В статье используется трехуровневая логика оценки. На спросовом уровне фиксируется рост закупок и внедренческой базы. На функциональном уровне оценивается качество перехода и способность отечественных решений сохранять процессы пользователей. На экосистемном и стратегическом уровнях учитываются совместимость, партнерская сеть, кадры и снижение критической зависимости.

Именно поэтому положительный коэффициент при переменной импортозамещающего режима нельзя понимать как доказательство полной эффективности политики. Он указывает на рост спроса, но не измеряет качество внедрения, стоимость владения, кадровые ограничения и долгосрочную конкурентоспособность отечественных решений [10-12; 15; 16].

Таблица 2
Критерии оценки эффективности политики импортозамещения

Уровень оценки	Ключевой индикатор	Положительный результат	Что не доказывает сам по себе
Спросовой	Объем закупок отечественного ПО	Рост внутреннего рынка и внедренческой базы	Полную технологическую независимость и долгосрочную эффективность замещения
Функциональный	Качество внедрения и сохранение процессов	Снижение рисков сбоев и скрытых издержек	Зрелость всей продуктовой экосистемы
Экосистемный	Совместимость, партнерская сеть, кадры	Способность решений развиваться и масштабироваться	Автоматическое ценовое преимущество
Стратегический	Снижение критической зависимости	Устойчивость цифровой инфраструктуры	Долгосрочную конкурентоспособность без инноваций

6. Данные, методология и дизайн эконометрической оценки

Эмпирическая часть статьи носит ограниченный характер из-за короткого временного ряда и неполной публичной статистики по рынку ПО. В качестве наблюдаемого количественного индикатора использована динамика закупок отечественного программного обеспечения государственными корпорациями и компаниями с государственным участием за 2019-2024 гг. по данным Ю.И. Тимченко [14].

Под квазигосударственными закупками в работе понимаются закупки организаций и компаний с государственным участием, чье закупочное поведение существенно зависит от требований и приоритетов государственной политики. Такой сегмент наиболее чувствителен к нормативным ограничениям и позволяет зафиксировать изменение регулируемого спроса, хотя не отражает весь частный рынок ПО.

Для проверки гипотез используются три уровня анализа: описательное сравнение периодов 2019-2021 и 2022-2024 гг.; расчет средних, темпов роста и логарифмов; простые регрессионные спецификации, позволяющие проверить наличие структурного сдвига и его устойчивость к добавлению временного тренда.

Для повышения воспроизводимости расчетов исходный ряд был дополнен тремя расчетными переменными: натуральным логарифмом объема закупок, фиктивной переменной периода усиления импортозамещающей политики и линейным временным трендом. Такая таблица не заменяет полноценную базу микроданных, но позволяет проверить логику преобразования показателя и понять, откуда возникают оценки регрессионных коэффициентов.

Эконометрический дизайн строится по принципу последовательного усложнения. Первая модель проверяет, отличается ли средний уровень закупок после усиления политики от предыдущего периода. Вторая добавляет временной тренд, чтобы оценить, не поглощается ли часть эффекта общей восходящей динамикой рынка.

Первая спецификация представляет собой лог-линейную модель структурного сдвига:

$ln\ Y_t = a + b\ L_t + u_t.$

где Y_t - объем закупок отечественного ПО в году t; L_t - фиктивная переменная, равная 1 для 2022-2024 гг. и 0 для 2019-2021 гг.; a - константа модели; b - коэффициент структурного сдвига; u_t - случайная ошибка.

Логарифмирование используется потому, что закупки меняются не на единицы процентов, а в разы. В такой форме коэффициент b показывает изменение среднего логарифма закупок, а его точная относительная интерпретация задается выражением exp(b) - 1.

Вторая спецификация носит характер робастной проверки и добавляет линейный временной тренд:

$ln\ Y_t = a + c\ T_t + b\ L_t + u_t.$

где T_t - порядковый номер года, а c отражает общий тренд. Эта модель выполняет диагностическую функцию: она показывает, где фиксация сдвига после 2022 года превращается в проблему причинной интерпретации. В условиях шести годовых наблюдений она не дает строгих каузальных выводов, но снижает риск чрезмерно прямолинейного толкования данных.

Главное ограничение оценки состоит в том, что временной ряд включает только шесть наблюдений. Поэтому модель фиксирует структурный сдвиг в канале закупочного спроса, но не отделяет полностью влияние нормативных мер от санкционного шока, низкой базы, общей цифровизации и накопленного потенциала отечественных разработчиков.

Следовательно, эконометрическая часть не претендует на исчерпывающую причинную идентификацию. Ее задача - перейти от общего описания импортозамещения к формализованной количественной оценке и показать методологические ограничения анализа коротких рядов.

Таблица 3
Исходные переменные для пилотной эконометрической оценки

Год	Y_t, млрд руб.	ln Y_t	L_t	T_t
2019	1,6	0,470	0	1
2020	3,299	1,194	0	2
2021	59,6	4,088	0	3
2022	102,46	4,630	1	4
2023	266,0	5,583	1	5
2024	196,0	5,278	1	6

Примечание: Y_t - объем закупок отечественного ПО; L_t = 1 для 2022-2024 гг. и 0 для 2019-2021 гг.; T_t - порядковый номер года в ряду. Источник: расчеты автора по данным [14].

7. Результаты пилотной эконометрической оценки и их интерпретация

Описательный анализ показывает качественный сдвиг после 2022 года: средний арифметический объем закупок вырос с 21,5 до 188,15 млрд руб., а геометрическое среднее - с 6,8 до 174,8 млрд руб. Разница между этими оценками указывает на неоднородность ряда и наличие резких скачков спроса.

Первая регрессионная модель, в которой логарифм закупок объясняется только фиктивной переменной L_t, дает положительный коэффициент b = 3,247 при R2 = 0,67. Это означает, что разделение ряда на периоды до и после 2022 года объясняет значительную часть вариации показателя. Однако результат следует трактовать как оценку спросового сдвига, а не как доказательство полной эффективности политики.

Таблица 4
Результаты пилотной эконометрической оценки

Модель	Ключевой коэффициент	Значение	Комментарий
Модель 1: L_t	b	3,247	Сильный положительный сдвиг между периодами
Модель 2: T_t + L_t	c	1,067	Положительный общий тренд роста
Модель 2: T_t + L_t	b	0,047	Дополнительный эффект L_t становится нестабильным
Модель 1	R^2	0,67	Периодизация объясняет значительную часть вариации
Модель 2	R^2	0,86	При добавлении тренда точность возрастает

При добавлении линейного тренда интерпретация меняется: коэффициент при тренде c = 1,067 остается положительным, а дополнительный коэффициент при L_t снижается до b = 0,047; R2 возрастает до 0,86. Это означает, что часть наблюдаемого роста может отражать продолжение уже сложившейся восходящей траектории, а не только дискретный скачок после 2022 года.

Полученные результаты соотносятся с гипотезами. H1 подтверждается на уровне спроса: закупки отечественного ПО после 2022 года резко выросли. H2 также подтверждается: результаты моделирования не позволяют статистически строго отделить эффект ужесточения политики от общего восходящего тренда, что демонстрирует методологические ограничения анализа коротких рядов. H3 получает теоретико-аналитическое подтверждение, поскольку долгосрочная эффективность требует критериев, выходящих за пределы объема закупок.

8. Обсуждение и направления совершенствования политики

Результаты показывают, что импортозамещение наиболее убедительно проявилось как инструмент быстрого формирования спроса. Государственный и квазигосударственный сегменты получили нормативный сигнал, а отечественные разработчики - возможность расширить внедренческую базу. Для цифровых рынков, где важны эффекты масштаба и накопление опыта эксплуатации, такой сдвиг имеет существенное значение.

Однако следующий этап требует смещения акцента с происхождения продукта на качество и воспроизводимость результатов. Если импортозамещение ограничится административным перераспределением спроса без развития экосистем, открытых интерфейсов, кадров и конкурентной среды, его эффект может оказаться временным.

Практический вывод состоит в том, что политика должна перейти от простой логики замены иностранного продукта российским к логике формирования устойчивой национальной цифровой производственной системы. В такой системе учитываются качество внедрения, совместимость, стоимость сопровождения, скорость обновлений и способность продукта развиваться без постоянного административного давления.

Во-первых, меры поддержки целесообразно дифференцировать по классам ПО: для зрелых сегментов достаточно поддерживать спрос и стандартизацию, тогда как сложные ERP, инженерные, отраслевые и инфраструктурные решения требуют более глубокой проектной и грантовой поддержки.

Во-вторых, критерии закупок должны учитывать не только происхождение продукта, но и качество внедрения: совместимость, стоимость жизненного цикла, зрелость экосистемы, безопасность миграции и наличие квалифицированной поддержки.

В-третьих, приоритет следует отдавать проектам, создающим платформенные и экосистемные эффекты. Именно вокруг таких решений формируются сети разработчиков, интеграторов, консультантов и пользователей [16; 18].

В-четвертых, необходима более детализированная статистика по классам ПО, сегментам заказчиков, объемам внедрения и параметрам эксплуатации. Без этого количественная оценка эффекта политики будет оставаться фрагментарной.

Заключение

Во-первых, импортозамещение российского ПО носит системный характер и опирается на закупочные ограничения, реестровую инфраструктуру, методики миграции, стратегические документы и финансово-проектную поддержку [1-5; 18]. Поэтому его следует рассматривать не как набор разрозненных антикризисных мер, а как долгосрочную государственную стратегию.

Во-вторых, статистические данные подтверждают резкий рост спроса на отечественное ПО в государственном и квазигосударственном сегментах. Однако эконометрическая проверка показывает, что этот рост нельзя строго свести только к эффекту ужесточения политики: при добавлении временного тренда оценка фиктивной переменной становится менее устойчивой.

В-третьих, реальная эффективность импортозамещения не сводится к росту закупок. Она зависит от качества решений, управляемости миграции, кадрового потенциала, совместимости продуктов и зрелости экосистемы [12; 15-17]. Поэтому положительный спросовой сдвиг следует трактовать как необходимое, но недостаточное условие технологической устойчивости.

Таким образом, H1 подтверждается на уровне спросового канала, H2 - через неустойчивость оценки при добавлении тренда, а H3 - через выявленные функциональные, кадровые, организационные и экосистемные ограничения. Главный вывод состоит в том, что переход от вынужденного замещения к конкурентоспособной национальной цифровой экосистеме является условием превращения краткосрочной результативности в долгосрочную экономическую эффективность.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 16.11.2015 № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201511200006 (дата обращения: 21.04.2026).

2. Указ Президента РФ от 30.03.2022 № 166 «О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001 (дата обращения: 21.04.2026).

3. Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 18.01.2023 № 21 «Об утверждении Методических рекомендаций по переходу на использование российского программного обеспечения, в том числе на значимых объектах критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, и о реализации мер, направленных на ускоренный переход органов государственной власти и организаций на использование российского программного обеспечения в Российской Федерации». URL: https://base.garant.ru/406410773/ (дата обращения: 21.04.2026).

4. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202305250050 (дата обращения: 21.04.2026).

5. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». URL: http://government.ru/rugovclassifier/923/about/ (дата обращения: 21.04.2026).

6. Дорошенко М.Е., Скрипкин К.Г. Развитие национального рынка программного обеспечения: альтернативы государственной политики // Форсайт. 2013. Т. 7. № 1. С. 44-57. URL: https://foresight-journal.hse.ru/article/download/19684/17360 (дата обращения: 21.04.2026).

7. Гришина В.Б. Импортозамещение в секторе ИКТ в контексте обеспечения технологического суверенитета России // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2025. Т. 17. Вып. 3. С. 106-122. DOI: 10.38050/2078-3809-2025-17-3-106-122. URL: https://archive.econ.msu.ru/journal/issues/2025/2025.volume_17.issue_3/Grishina/ (дата обращения: 21.04.2026).

8. Цифровая экономика: 2024 : краткий статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский и др.; под общ. ред. Н.Ю. Анисимова, Л.М. Гохберга, Я.И. Кузьминова и др. М.: НИУ ВШЭ, 2024. URL: https://publications.hse.ru/books/888970060 (дата обращения: 21.04.2026).

9. Индикаторы цифровой экономики: 2024 : статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский и др. М.: НИУ ВШЭ, 2024. URL: https://publications.hse.ru/books/888949257 (дата обращения: 21.04.2026).

10. Лола И.С., Асосков Д.Г. ИТ-отрасль в 2024 году: обзор деловых тенденций. М.: ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 2025. URL: https://publications.hse.ru/books/1031556468 (дата обращения: 21.04.2026).

11. Импортозамещение в российской экономике: вчера и завтра / Я.И. Кузьминов, Ю.В. Симачев, М. Кузык, А. Федюнина и др.; под ред. Я.И. Кузьминова. М.: Изд. дом НИУ ВШЭ, 2024. URL: https://publications.hse.ru/books/990781175 (дата обращения: 21.04.2026).

12. Найденова Ю.Н., Теплых Г.В. Оценка снижения эффективности российских компаний от ухода зарубежных вендоров ИТ-продуктов // Вопросы экономики. 2023. № 8. С. 100-122. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-8-100-122. URL: https://library.gup.ru/jirbis2/images/chitatelyam/pdf_2023/VE_8-2023.pdf (дата обращения: 21.04.2026).

13. Кармина Р.Л., Черченко О.В., Ерёмченко О.А., Куракова Н.Г., Чернова И.Н. Оценка технологической зависимости в российской и зарубежной практике // ЭКО. 2024. № 4. С. 158-182. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-4-158-182. URL: https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/4765 (дата обращения: 21.04.2026).

14. Тимченко Ю.И. Анализ реализации государственной политики импортозамещения в сфере информационно-коммуникационных технологий в Российской Федерации // Экономика и экология территориальных образований. 2025. Т. 9. № 2. С. 73-82. DOI: 10.23947/2413-1474-2025-9-2-73-82. URL: https://eco.e.donstu.ru/upload/iblock/ba5/5ti3nnkc4vlopanbrtgh8zxkx086gaaf.pdf (дата обращения: 21.04.2026).

15. Тебекин А.В., Тебекин П.А. Проблемы управления рисками импортозамещения в сфере информационных технологий // Журнал технических исследований. 2022. № 3. С. 36-46. URL: https://zh-szf.ru/ru/nauka/article/56586/view (дата обращения: 21.04.2026).

16. Маркова В.Д. Экосистема уходит в отрыв: кейс российских компаний «1С» и «Галактика» // ЭКО. 2023. Т. 53. № 4. С. 74-92. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-4-74-92. URL: https://ecotrends.ru/index.php/eco/article/view/4592 (дата обращения: 21.04.2026).

17. Якшин Г.А., Сироткина Н.Г. Реализация политики импортозамещения в государственных закупках // Стандарты и качество. 2026. № 4(1066). С. 90-93. URL: https://publications.hse.ru/articles/1144499947 (дата обращения: 21.04.2026).

18. Развитие особо значимых проектов и индустриальных центров компетенций в сфере отечественных ИТ-решений // Правительство России; РФРИТ. URL: http://government.ru/news/56039/ ; https://rfrit.ru/news/grantopoluchateli-rfrit-prodolzhaiut-realizatsiiu-osobo-znachimykh-proektov/ (дата обращения: 21.04.2026).

Import Substitution Policy and Domestic Software Procurement Dynamics: An Econometric Assessment of Structural Change

Ryabyshenkov A.V.
Moscow University "Synergy"

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article examines the relationship between import substitution policy and domestic software procurement in Russia. The purpose is to identify the mechanisms through which import substitution affects the Russian software market and to provide a pilot econometric assessment of a structural shift in procurement after 2022. The empirical base includes legal acts, HSE statistical materials, studies on technological dependence, and data on domestic software procurement in 2019-2024. The paper distinguishes policy performance as procurement growth, real efficiency as preservation of functionality, and strategic sustainability as the formation of a mature digital ecosystem. A log-linear model with a dummy variable identifies a significant shift in the average procurement level after 2022. However, adding a time trend reduces the stability of the estimate, which means that the effect of policy tightening cannot be statistically separated from the general upward market dynamics on the available data. The article concludes that import substitution policy is effective in rapid demand formation, but its long-term efficiency requires cautious interpretation.

Keywords: import substitution, Russian software, software market, technological sovereignty, digital economy, public procurement, econometric assessment.

References

1. RF Government Resolution No. 1236 of November 16, 2015 "On Establishing a Ban on the Admission of Software Originating in Foreign States for the Purposes of Procurement to Meet State and Municipal Needs." Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201511200006 (Accessed: April 21, 2026).
2. RF Presidential Decree No. 166 of March 30, 2022 "On Measures to Ensure the Technological Independence and Security of the Critical Information Infrastructure of the Russian Federation." Available at: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203300001 (Accessed: April 21, 2026).
3. Order of the Ministry of Digital Development, Communications, and Mass Media of the Russian Federation dated January 18, 2023 No. 21 "On Approval of Methodological Recommendations for the Transition to the Use of Russian Software, Including at Significant Facilities of the Critical Information Infrastructure of the Russian Federation, and on the Implementation of Measures Aimed at Accelerating the Transition of Government Bodies and Organizations to the Use of Russian Software in the Russian Federation." URL: https://base.garant.ru/406410773/ (date accessed: April 21, 2026).
4. Order of the Government of the Russian Federation dated May 20, 2023 No. 1315-r "On Approval of the Concept of Technological Development through 2030." URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202305250050 (accessed on 21.04.2026).
5. National project "Data Economy and Digital Transformation of the State". URL: http://government.ru/rugovclassifier/923/about/ (accessed on 21.04.2026).
6. Doroshenko M.E., Skripkin K.G. Development of the national software market: alternatives for public policy // Foresight. 2013. Vol. 7. No. 1. pp. 44-57. URL: https://foresight-journal.hse.ru/article/download/19684/17360 (accessed on 21.04.2026).
7. Grishina V.B. Import Substitution in the ICT Sector in the Context of Ensuring Russia's Technological Sovereignty // Research of the Faculty of Economics. Electronic Journal. 2025. Vol. 17. Issue 3. pp. 106-122. DOI: 10.38050/2078-3809-2025-17-3-106-122. URL: https://archive.econ.msu.ru/journal/issues/2025/2025.volume_17.issue_3/Grishina/ (accessed: 21.04.2026).
8. Digital Economy: 2024: A Brief Statistical Digest / V.L. Abashkin, G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevsky, et al.; edited by N.Yu. Anisimov, L.M. Gokhberga, Ya.I. Kuzminova, et al. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2024. URL: https://publications.hse.ru/books/888970060 (accessed on April 21, 2026).
9. Digital Economy Indicators: 2024: Statistical Digest / V.L. Abashkin, G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevsky, et al. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2024. URL: https://publications.hse.ru/books/888949257 (accessed on April 21, 2026).
10. Lola I.S., Asoskov D.G. IT Industry in 2024: Business Trends Review. Moscow: HSE ISSEK, 2025. Available at: https://publications.hse.ru/books/1031556468 (Accessed: 21.04.2026).

Алгоритмическая неопределённость в управлении коммерческой организацией: содержание понятия и источники возникновения

Сусленков Дмитрий Александрович
аспирант, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, d_suslenkov@mail.ru

Цифровизация управленческого выбора переносит часть аналитической работы на системы машинного обучения, рекомендации которых управляющий субъект использует, не имея возможности достоверно проверить логику их формирования. Сложившаяся трактовка неопределённости как недостатка сведений о внешней среде не описывает эту ситуацию: источник затруднения смещается на сам инструмент поддержки решения. Цель статьи состоит в раскрытии содержания понятия алгоритмической неопределённости и систематизации источников её возникновения в управлении коммерческой организацией. Методологическую основу составили понятийный анализ и сравнение российской и зарубежной литературы по теории неопределённости, поведенческой экономике и проблематике непрозрачности систем искусственного интеллекта. Уточнено содержание неопределённости как экономического явления, показано смещение её источника из внешней среды внутрь инструмента поддержки решения по мере цифровизации управления. Алгоритмическая неопределённость определена как недоверие управляющего субъекта к выводам систем машинного обучения, вызванное ограниченной способностью верифицировать предлагаемые ими решения, и отграничена от поведенческого феномена избегания алгоритмов: первое понятие фиксирует структурное свойство информационной среды, второе описывает когнитивную установку наблюдателя, не зависящую от реальной проверяемости вывода модели. Выделены четыре группы источников алгоритмической неопределённости: техническая непрозрачность моделей, асимметрия экспертизы между разработчиком и пользователем, ограничения верификации причинности на исторических данных, организационные эффекты избыточного доверия к автоматизации. Результаты позволяют коммерческим организациям различать ситуации дефицита рыночной информации и ситуации непроверяемости алгоритмических рекомендаций. Научная новизна работы заключается во введении в оборот экономического понятия алгоритмической неопределённости, отличного от психологических трактовок отношения к алгоритмам.

Ключевые слова: неопределённость, алгоритмическая неопределённость, управленческие решения, искусственный интеллект, машинное обучение, верификация решений, избегание алгоритмов.

Введение

Управленческий выбор в коммерческих организациях все чаще опирается на рекомендации систем машинного обучения: прогнозы спроса, скоринговые модели, алгоритмы ценообразования и подбора персонала формируют значительную часть аналитической базы решений [Anwar, Bani Hani, Hujran, 2026]. Темп технологических изменений превышает скорость формирования понятийного аппарата: ещё во второй половине XX века Э. Тоффлер связывал подобный разрыв с шоковым воздействием будущего на способность человека адаптироваться [Тоффлер, 2002]. Классическая экономическая теория неопределённости связывает затруднение управляющего субъекта с состоянием внешней среды: с неполнотой сведений о рынке, поведении контрагентов или будущих событиях [Найт, 2003; Кейнс, 2012]. Цифровая трансформация управления порождает иную ситуацию, в которой источник затруднения находится не вовне, а внутри самого инструмента поддержки решения, и существующий понятийный аппарат не вполне приспособлен для её описания.

Степень разработанности проблемы неравномерна. Теоретические основания неопределённости проработаны подробно: найтовское разграничение риска и неопределённости, поведенческая школа Г. Саймона, Д. Канемана и А. Тверски составляют устоявшийся корпус знания [Найт, 2003; Саймон, 1993; Kahneman, Tversky, 1979]. Отношение человека к алгоритмическим рекомендациям также исследовано экспериментально: установлено явление избегания алгоритмов, при котором люди быстрее теряют доверие к алгоритмическому прогнозисту, чем к человеческому, увидев одну и ту же ошибку [Dietvorst, Simmons, Massey, 2015], и противоположное явление чрезмерного доверия алгоритмам [Logg, Minson, Moore, 2019]. Между этими двумя массивами знания располагается пробел: экономическая теория не предлагает понятия, описывающего структурное условие, в котором оказывается управляющий субъект при использовании непрозрачной модели независимо от его психологической установки к технологии. Литература по интерпретируемости и непрозрачности машинного обучения описывает техническую сторону проблемы [Burrell, 2016; Lipton, 2018; Rudin, 2019], не связывая её с экономическим понятием неопределённости.

В статье подробно раскрывается содержание понятия алгоритмической неопределённости в контексте развития технологий искусственного интеллекта и систематизируются источники её возникновения в управлении коммерческой организацией. В процессе исследования отслеживается смещение трактовок неопределённости по мере цифровизации управленческого выбора, что позволяет раскрыть содержание понятия алгоритмической неопределённости и отграничить его от смежного поведенческого феномена избегания алгоритмов, систематизировать источники возникновения алгоритмической неопределённости.

Автором проводится понятийный и сравнительный анализ российской и зарубежной литературы по теории неопределённости, поведенческой экономике и проблематике непрозрачности систем искусственного интеллекта. Эмпирическая апробация не предусмотрена форматом статьи: задача состоит в теоретическом раскрытии содержания понятия, апробация на материале управленческих кейсов составляет предмет отдельной публикации в рамках общего исследования.

1. Эволюция трактовок неопределённости как экономического явления

Ф. Найт первым провёл строгое разграничение риска и неопределённости: риск характеризует ситуации с известным распределением вероятностей исходов, неопределённость описывает ситуации, в которых такое распределение установить невозможно [Найт, 2003]. Дж. М. Кейнс развил это разграничение применительно к инвестиционным решениям, показав, что ожидания экономических агентов формируются в условиях принципиальной непредсказуемости будущего, а не на основе исчислимых вероятностей [Кейнс, 2012]. Дж. Шекл пошёл дальше, рассматривая неопределённость не как недостаток информации, восполнимый его накоплением, а как неотъемлемое свойство человеческого выбора, и ввёл понятие потенциальной неожиданности как субъективной меры неплаузибельности возможного исхода до момента принятия решения: чем менее мыслим для субъекта тот или иной исход сейчас, тем выше степень неожиданности, которую субъект испытал бы при его наступлении [Shackle, 1955]. Во всех трёх трактовках источник затруднения находится вне субъекта принятия решения: в свойствах рынка, в поведении контрагентов, в устройстве будущего.

Поведенческая школа сместила фокус на познавательный аппарат самого субъекта, не отказываясь от внешнего расположения источника неопределённости. Г. Саймон показал, что управленец действует в условиях ограниченной рациональности: вместо поиска оптимального решения он останавливается на первом приемлемом варианте, поскольку не способен обработать весь объём релевантной информации о внешней среде [Саймон, 1993]. Д. Канеман и А. Тверски описали систематические отклонения суждений от рациональной модели при оценке вероятностей и потерь, показав, что условия риска и вероятностного выбора преломляются через когнитивные искажения наблюдателя: люди переоценивают малые вероятности, недооценивают высокие и воспринимают потери острее, чем равнозначные выигрыши [Kahneman, Tversky, 1979]. Источник неопределённости в обоих случаях снаружи. Посредника между наблюдателем и миром в этой схеме нет.

Цифровая трансформация управления вводит посредника иной природы. Система машинного обучения не передаёт и не искажает сведения о внешней среде в строгом смысле, она производит собственный вывод на основании скрытой от наблюдателя внутренней логики, обученной на исторических данных [Burrell, 2016]. Управляющий субъект больше не наблюдает рынок напрямую: между ним и средой встраивается инструмент, чья работа сама становится предметом, относительно которого формируется неопределённость. Б. Йохансен адаптировал для управленческой практики концепцию VUCA, описывающую нарастающую изменчивость, неопределённость, сложность и неоднозначность внешней среды [Johansen, 2009], Дж. Кашио включил необъяснимость происходящего в концепцию BANI как самостоятельный признак среды, отдельный от её изменчивости и тревожности [Cascio, 2020]. Само включение необъяснимости в характеристики управленческой среды говорит об одном: понятийный аппарат теории неопределённости нуждается в дополнении, которое описывало бы именно эту грань явления.

2. Содержание понятия алгоритмической неопределённости

Алгоритмическая неопределённость понимается как недоверие управляющего субъекта к выводам систем машинного обучения, вызванное ограниченной способностью верифицировать предлагаемые ими решения. Понятие фиксирует три структурных элемента: субъекта управления, принимающего решение на основании рекомендации; алгоритмическую систему, формирующую рекомендацию на основании скрытой внутренней логики; и разрыв между этими двумя позициями, который субъект не способен закрыть собственными средствами в момент принятия решения.

Отличие от риска по Найту устанавливается напрямую: риск предполагает известное распределение вероятностей исходов, тогда как при алгоритмической неопределённости управляющий субъект зачастую не знает даже того, какие переменные и в какой пропорции повлияли на конкретный вывод модели, не говоря о распределении вероятностей альтернативных исходов. Отличие от классических трактовок неопределённости как недостатка сведений о внешней среде заключается в расположении источника: при найтовской, кейнсианской и шеклианской трактовках источник находится в устройстве рынка или будущего, при алгоритмической неопределённости источник находится внутри инструмента поддержки решения, к которому управляющий субъект обращается за снижением неопределённости, а получает её новую форму.

Таблица 1

Сравнительная характеристика классических трактовок неопределённости и понятия алгоритмической неопределённости

Трактовка	Локус неопределённости	Ключевой механизм	Стандартный инструментарий снижения
Риск и неизмеримая неопределённость (Найт, 1921)	Внешняя среда: вероятностные исходы событий	Неизмеримость вероятностного распределения исходов	Статистический анализ, страхование, диверсификация
Неопределённость инвестиционных ожиданий (Кейнс, 1936)	Будущее: принципиальная непредсказуемость событий	Отсутствие научного основания для исчислимых вероятностей	Конвенциональное суждение; сценарное планирование
Потенциальная неожиданность (Шекл, 1955)	Природа выбора: неправдоподобность воображаемых исходов	Субъективная невоспроизводимость альтернатив до наступления события	Сценарное мышление; работа с воображаемыми исходами
Алгоритмическая неопределённость (предлагается в статье)	**Инструмент поддержки решения: верификационный разрыв**	**Непрозрачность алгоритмического вывода при ограниченной экспертизе**	**Интерпретируемые архитектуры; экспертный аудит; обязательная функция верификации**

Источник: составлено автором.

Понятие алгоритмической неопределённости нуждается в чётком отграничении от смежного и хронологически предшествующего понятия избегания алгоритмов, установленного Б. Дитворстом, Дж. Симмонсом и К. Мэсси. В серии экспериментов авторы показали, что участники быстрее теряют доверие к алгоритмическому прогнозисту, чем к человеческому, увидев одну и ту же ошибку, и при последующем выборе советчика чаще отказываются от алгоритма даже тогда, когда он в среднем превосходит человека по точности [Dietvorst, Simmons, Massey, 2015]. Феномен измеряется через поведенческий выбор между двумя источниками совета при сопоставимой информации об их ошибках и фиксирует установку наблюдателя по отношению к алгоритму как таковому.

Дальнейшие исследования показали, что направление установки не универсально: Дж. Логг, Дж. Минсон и Д. Мур зафиксировали противоположный эффект, названный чрезмерным доверием алгоритмам (algorithm appreciation), при котором участники сильнее следуют совету, узнав, что он получен от алгоритма, а не от человека [Logg, Minson, Moore, 2019]. Систематический обзор восьмидесяти эмпирических исследований показал, что направление и сила установки зависят от характеристик алгоритма, личности наблюдателя, типа задачи и условий среды [Mahmud, Islam, Ahmed, Smolander, 2022]. Два противоположных эффекта, переходящих друг в друга при смене условий: предмет этих исследований, переменная установка наблюдателя, а не устойчивое свойство его позиции относительно инструмента.

Алгоритмическая неопределённость устроена иначе: она не зависит от направления установки наблюдателя и сохраняется при любом из двух полюсов отношения к алгоритму. Управленец, проявляющий избегание алгоритмов и предпочитающий человеческого аналитика, остаётся в состоянии алгоритмической неопределённости в отношении той рекомендации, которую всё же получает от модели наряду с человеческим мнением, поскольку его недоверие не основано на способности проверить логику вывода, а представляет собой общую установку к классу инструментов. Управленец, проявляющий чрезмерное доверие алгоритму и принимающий его рекомендацию без колебаний, находится в состоянии алгоритмической неопределённости в ещё более выраженной форме, поскольку его доверие никак не связано со способностью верифицировать вывод, а возможность ошибки сохраняется независимо от уверенности наблюдателя. Это отношение составляет ключевой аргумент размежевания: избегание и чрезмерное доверие представляют собой две точки на шкале психологической установки субъекта, тогда как алгоритмическая неопределённость остаётся постоянной величиной, не совпадающей ни с одной точкой этой шкалы, поскольку описывает не отношение к инструменту, а структурное условие взаимодействия с ним.

Это означает, что меры, снижающие избегание алгоритмов, не снижают алгоритмическую неопределённость и в отдельных случаях её маскируют: рост доверия к инструменту без роста способности его верифицировать переводит проблему из явной формы в скрытую, а парадокс доверия к интеллектуальным системам, отмеченный в отечественной философской литературе, отражает именно эту особенность: рост практического доверия к цифровым посредникам происходит на фоне сохраняющейся технической непрозрачности их работы [Лешкевич, 2023].

3. Источники возникновения алгоритмической неопределённости

Природу алгоритмической неопределённости можно классифицировать по нескольким условным критериям, начиная с **технической неопределенности моделей**, предложенной Дж. Баррелл, которая выделила три типа непрозрачности систем машинного обучения: намеренную непрозрачность, возникающую из коммерческой или государственной заинтересованности в сокрытии логики модели; непрозрачность вследствие неграмотности наблюдателя, не обладающего техническими знаниями для чтения программного кода или статистического аппарата модели; и непрозрачность, присущую самой природе современных алгоритмов машинного обучения, у которых число параметров и нелинейность преобразований делают логику вывода невоспроизводимой даже для разработчика [Burrell, 2016]. Третий тип имеет решающее значение для содержания алгоритмической неопределённости: он не устраняется ни раскрытием исходного кода, ни обучением пользователя, поскольку сложность вывода превышает возможности содержательной интерпретации в принципе. С. Рудин показала, что попытки объяснить решения непрозрачной модели постфактум, без изменения самой архитектуры на интерпретируемую, систематически порождают объяснения, которые выглядят убедительно, но не отражают действительный механизм принятия решения моделью [Rudin, 2019]. З. Липтон указал на отсутствие единого согласованного критерия интерпретируемости в самой методологии машинного обучения: разные техники интерпретации измеряют разные свойства модели, и улучшение по одному критерию нередко

ухудшает результат по другому [Lipton, 2018]. Управляющий субъект, обращающийся к подобной модели, получает рекомендацию, верификация которой невозможна не из-за недостатка усилий, а из-за устройства самого инструмента.

Само устройство модели не единственная проблема, когда возникает **асимметрия экспертизы между разработчиком и пользователем**, которая воспроизводится на этапе разделения труда внутри цепочки создания и применения алгоритма: управленец коммерческой организации в большинстве случаев не выступает автором используемого инструмента и не обладает квалификацией для самостоятельной оценки качества обучающей выборки, выбора архитектуры или интерпретации внутренних весов модели. Эта асимметрия структурно отличается от классической информационной асимметрии между продавцом и покупателем [Akerlof, 1970]: предметом скрытого знания становится не характеристика товара, а сам механизм формирования рекомендации, к которой управленец обращается зачастую при отсутствии альтернативного источника сведений. Делегирование аналитической функции системе, для которой пользователь не способен выступить полноценным контролёром, переносит часть управленческой ответственности на сторону, не участвующую напрямую в принятии решения, и закрепляет разрыв верификации структурно, а не временно.

Свой вклад вносит и устройство самого процесса обучения модели, а именно какие **исторические данные использовались** для ее обучения и как они были верифицированы. Система машинного обучения выявляет статистические закономерности в массиве исторических наблюдений, не устанавливая причинно-следственные связи между переменными в строгом смысле [Hastie, Tibshirani, Friedman, 2009]. Закономерность, устойчиво воспроизводившаяся в обучающей выборке, может потерять силу при появлении событий низкой вероятности и высокой значимости, описанных Н. Талебом как чёрные лебеди [Талеб, 2020]: модель, обученная на предшествующей истории, по построению не способна предвидеть разрыв с этой историей и не располагает средствами, позволяющими отличить такую ситуацию от штатного применения закономерности. Управляющий субъект не может верифицировать рекомендацию модели относительно подобного события именно потому, что верификация предполагала бы знание, которого сама модель, по своему устройству, предоставить не может.

Более собирательной является проблема непосредственного **избыточного доверия к автоматизации в организационных процессах,** то есть заключается не в архитектуре, а как управленец встраивает модель в рабочую рутину. Р. Парасураман и Д. Манзей показали, что взаимодействие человека с автоматизированными системами поддержки решения порождает устойчивый эффект самоуспокоенности: при многозадачной нагрузке оператор перестаёт уделять внимание контролю автоматизированного процесса, полагая его надёжным, и эффект сохраняется даже у опытных специалистов, не устраняясь простой тренировкой [Parasuraman, Manzey, 2010]. Смежный эффект автоматизационного искажения проявляется в систематических ошибках принятия решения при использовании несовершенных алгоритмических подсказок, причём ошибки возникают как при игнорировании верных рекомендаций, так и при некритичном следовании ошибочным. Применительно к алгоритмической неопределённости этот источник работает на уровне организационной практики: рутинное успешное использование модели формирует у управленца субъективное ощущение её надёжности, не подкреплённое ростом действительной способности верифицировать конкретный вывод, и переводит структурную проблему неверифицируемости из явной, требующей внимания, в скрытую, воспринимаемую как решённую.

4. Значение для управления коммерческой организацией

Инструменты, эффективные против неопределённости внешней среды (сценарное планирование, диверсификация, накопление рыночной информации), не закрывают разрыв верификации, возникающий при обращении к непрозрачной модели: расширение сведений о рынке не увеличивает способность управленца проверить логику конкретного алгоритмического вывода. Различие обусловлено тем, что первая группа инструментов снижает неопределённость состояния внешней среды, тогда как вторая должна быть направлена на сам механизм формирования рекомендации, а не на объект, к которому эта рекомендация относится. Совокупную неопределенность решения можно представить как сумму двух компонентов, где U это совокупная неопределённость решения; в U_e выражается неопределённость внешней среды найтовского типа, снижаемая накоплением рыночной информации, а в U_a выражается алгоритмическая неопределённость, снижаемая только повышением верифицируемости инструмента, а не сведениями о среде. При этом снижение U_e не снижает U_a.

$$U = U_e + U_a$$

Практический контур управления включает минимум три элемента, вытекающих из систематизации источников: ограничение области применения непрозрачных моделей задачами, в которых цена ошибки терпима, а не критична для деятельности организации [Rudin, 2019]; сохранение за управленцем функции критической верификации рекомендации даже при высоком накопленном доверии к инструменту, противодействующее эффекту самоуспокоенности [Parasuraman, Manzey, 2010]; регулярную проверку применимости модели к новым классам событий, не представленным в обучающей выборке. Эффективность каждого из перечисленных элементов зависит от одновременной реализации остальных двух, поскольку они компенсируют разные источники алгоритмической неопределённости и не дублируют друг друга. П. Друкер предупреждал об опасности действий, основанных на уже неактуальной управленческой логике [Друкер, 2004]; применительно к алгоритмической неопределённости эта опасность приобретает обратную форму: устаревшей оказывается не сама логика принятия решений, а исчезающая критическая дистанция управленца по отношению к выводам нового инструмента.

Понятие алгоритмической неопределённости встраивается в более широкую методологическую задачу систематизации инструментов управленческого выбора в условиях неопределённости. Разные типы задач требуют разных конфигураций диагностических средств. Содержание понятия позволяет выделить один из таких типов, отличный от ситуаций с неполнотой рыночной информации. Этот вопрос требует отдельного методологического разбора и выходит за рамки настоящей статьи.

5. Ограничения исследования и направления дальнейшей работы

Представленный анализ имеет ряд содержательных ограничений, учёт которых необходим для корректной интерпретации результатов. Работа носит теоретический характер и понятие алгоритмической неопределённости введено на основе понятийного анализа литературы и концептуального рассуждения; эмпирическая верификация на материале конкретных коммерческих организаций не проводилась. Открытым остаётся вопрос о том, насколько интенсивно управленцы воспринимают верификационный разрыв в реальных рабочих ситуациях и каковы организационные условия, при которых он приобретает практическую значимость.

Исследование прежде всего сфокусировано на коммерческих организациях, однако алгоритмическая неопределённость возникает и в государственном управлении, и в некоммерческом секторе, однако структура стимулов и формы ответственности там существенно отличаются. Распространение выводов настоящей статьи на эти контексты без дополнительной проверки не оправдано.

Понятие строится на свойстве непрозрачности, характерном для глубоких нейронных сетей и ансамблевых методов. Развитие направления объяснимого ИИ и регуляторные требования к интерпретируемости способны снизить верификационный разрыв для ряда классов задач, изменив тем самым область применения понятия. Вместе с тем, статья вводит алгоритмическую неопределённость как структурное условие, не предлагая способа количественно оценить её для конкретной пары «управленец — модель». Без такого инструмента затруднены как эмпирическое тестирование, так и практическое сравнение альтернативных систем поддержки решений по критерию верифицируемости.

Обозначенные ограничения задают программу дальнейших исследований. Первоочередной задачей выступает эмпирическая верификация: изучение того, как управленцы фактически воспринимают и описывают верификационный разрыв при работе с конкретными ML-системами в различных отраслевых контекстах. Необходима разработка диагностических критериев, позволяющих идентифицировать ситуации высокой алгоритмической неопределённости на этапе выбора инструментов поддержки решений. Отдельного рассмотрения требует анализ регуляторных рамок: европейский Акт об ИИ устанавливает требования к объяснимости для систем высокого риска, что создаёт нормативный контекст для управления верификационным разрывом на уровне отрасли. Перспективным направлением остаётся и сравнительный анализ отраслевых различий в интенсивности алгоритмической неопределённости с учётом цифровой зрелости организаций.

Заключение

Цифровизация управленческого выбора смещает источник неопределённости с внешней среды на инструмент поддержки решения. Смещение носит содержательный, а не образный характер: меняется объект, к которому должны быть обращены процедуры верификации управленческого решения. Введённое в разделе 2 понятие алгоритмической не-

определённости фиксирует эту структурную особенность как самостоятельный экономический феномен, отличный от поведенческого избегания алгоритмов: в отличие от переменной и обратимой установки наблюдателя, разрыв верификации сохраняется независимо от направления этой установки.

Обобщение источников возникновения, а именно технической непрозрачности моделей, асимметрии экспертизы, ограничений верификации причинности на исторических данных и организационных эффектов избыточного доверия к автоматизации, даёт коммерческим организациям основание для построения отдельных процедур работы с алгоритмическими рекомендациями. Эти процедуры не сводятся к традиционному управлению неопределённостью рыночной среды.

Дальнейшая работа предполагает включение понятия алгоритмической неопределённости в инструментарий диагностики управленческих задач. Нужна и эмпирическая проверка предложенных мер противодействия на материале конкретных коммерческих организаций.

Литература

1. Друкер П. Задачи менеджмента в XXI веке / пер. с англ. — М.: Вильямс, 2004. — 272 с.
2. Кейнс Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег / пер. с англ. Н.Н. Любимова. — М.: Гелиос АРВ, 2012. — 352 с.
3. Лешкевич Т.Г. Парадокс доверия к искусственному интеллекту и его обоснование // Философия науки и техники. — 2023. — Т. 28, № 1. — С. 34–47.
4. Найт Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль / пер. с англ. М.Я. Каждана. — М.: Дело, 2003. — 360 с.
5. Саймон Г.А. Рациональность как процесс и продукт мышления / пер. с англ. // THESIS. — 1993. — Вып. 3. — С. 16–38.
6. Талеб Н.Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости / пер. с англ. — М.: КоЛибри, 2020. — 736 с.
7. Тоффлер Э. Шок будущего / пер. с англ. — М.: АСТ, 2002. — 557 с.
8. Anwar M., Bani Hani I., Hujran O. Navigating Uncertainty: The Role of CEO Competencies in Strategic Decision-making for Digitalisation in Family Firms // Sustainable Technology and Entrepreneurship. — 2026. — Vol. 5, Iss. 1. — Art. 100119.
9. Burrell J. How the Machine 'Thinks': Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms // Big Data & Society. — 2016. — Vol. 3, Iss. 1. — P. 1–12.
10. Cascio J. Facing the Age of Chaos: How to Build Resilience in a BANI World [Electronic resource] // Medium. — 2020. — URL: https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d (date of access: 02.02.2025).
11. Dietvorst B.J., Simmons J.P., Massey C. Algorithm Aversion: People Erroneously Avoid Algorithms after Seeing Them Err // Journal of Experimental Psychology: General. — 2015. — Vol. 144, No. 1. — P. 114–126.
12. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. — 2nd ed. — New York: Springer, 2009. — 745 p.
13. Johansen B. Leaders Make the Future: Ten New Leadership Skills for an Uncertain World. — San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2009. — 240 p.
14. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk // Econometrica. — 1979. — Vol. 47, No. 2. — P. 263–291.
15. Lipton Z.C. The Mythos of Model Interpretability // Communications of the ACM. — 2018. — Vol. 61, No. 10. — P. 36–43.
16. Logg J.M., Minson J.A., Moore D.A. Algorithm Appreciation: People Prefer Algorithmic to Human Judgment // Organizational Behavior and Human Decision Processes. — 2019. — Vol. 151. — P. 90–103.
17. Mahmud H., Islam A.K.M.N., Ahmed S.I., Smolander K. What Influences Algorithmic Decision-Making? A Systematic Literature Review on Algorithm Aversion // Technological Forecasting and Social Change. — 2022. — Vol. 175. — Art. 121390.
18. Parasuraman R., Manzey D.H. Complacency and Bias in Human Use of Automation: An Attentional Integration // Human Factors. — 2010. — Vol. 52, No. 3. — P. 381–410.
19. Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead // Nature Machine Intelligence. — 2019. — Vol. 1, No. 5. — P. 206–215.
20. Shackle G.L.S. Uncertainty in Economics and Other Reflections. — Cambridge: Cambridge University Press, 1955. — 270 p.

Algorithmic uncertainty in the management of a commercial organization: the content of the concept and sources of occurrence

Suslenkov D.A.
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The digitalization of management choices shifts some analytical work to machine learning systems, whose recommendations managers use without the ability to reliably verify the logic behind their formation. The established interpretation of uncertainty as a lack of information about the external environment does not describe this situation: the source of the difficulty shifts to the decision support tool itself. The purpose of this article is to clarify the concept of algorithmic uncertainty and systematize its sources in the management of a commercial organization. The methodological basis is formed by a conceptual analysis and comparison of Russian and international literature on uncertainty theory, behavioral economics, and the issue of the opacity of artificial intelligence systems. The concept of uncertainty as an economic phenomenon is clarified, and its source is shown to shift from the external environment to the decision support tool as management becomes digitalized. Algorithmic uncertainty is defined as a manager's distrust of the outputs of machine learning systems, caused by a limited ability to verify the solutions they propose. It is distinguished from the behavioral phenomenon of algorithm avoidance: the former concept captures a structural property of the information environment, while the latter describes the observer's cognitive attitude, independent of the actual verifiability of the model's output. Four groups of algorithmic uncertainty sources are identified: technical opacity of models, asymmetry of expertise between the developer and user, limitations in causality verification using historical data, and the organizational effects of excessive trust in automation. The results allow commercial organizations to distinguish between situations of market information deficiency and situations in which algorithmic recommendations are unverifiable. The scientific novelty of this work lies in the introduction of the economic concept of algorithmic uncertainty, which differs from psychological interpretations of attitudes toward algorithms.

Keywords: uncertainty, algorithmic uncertainty, management decisions, artificial intelligence, machine learning, decision verification, algorithm avoidance.

References

1. Drucker P.F. Management Challenges for the 21st Century / transl. from English. — Moscow: Williams, 2004. — 272 p. (In Russ.)
2. Keynes J.M. The General Theory of Employment, Interest and Money / transl. from English by N.N. Lyubimov. — Moscow: Gelios ARV, 2012. — 352 p. (In Russ.)
3. Leshkevich T.G. The Paradox of Trust in Artificial Intelligence and Its Justification // Philosophy of Science and Technology. — 2023. — Vol. 28, No. 1. — P. 34–47. (In Russ.)
4. Knight F.H. Risk, Uncertainty and Profit / transl. from English by M.Ya. Kazhdan. — Moscow: Delo, 2003. — 360 p. (In Russ.)
5. Simon H.A. Rationality as Process and as Product of Thought / transl. from English // THESIS. — 1993. — Iss. 3. — P. 16–38. (In Russ.)
6. Taleb N.N. The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable / transl. from English. — Moscow: KoLibri, 2020. — 736 p. (In Russ.)
7. Toffler A. Future Shock / transl. from English. — Moscow: AST, 2002. — 557 p. (In Russ.)
8. Anwar M., Bani Hani I., Hujran O. Navigating Uncertainty: The Role of CEO Competencies in Strategic Decision-making for Digitalisation in Family Firms // Sustainable Technology and Entrepreneurship. — 2026. — Vol. 5, Iss. 1. — Art. 100119.
9. Burrell J. How the Machine 'Thinks': Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms // Big Data & Society. — 2016. — Vol. 3, Iss. 1. — P. 1–12.
10. Cascio J. Facing the Age of Chaos: How to Build Resilience in a BANI World [Electronic resource] // Medium. — 2020. — URL: https://medium.com/@cascio/facing-the-age-of-chaos-b00687b1f51d (date of access: 02.02.2025).
11. Dietvorst B.J., Simmons J.P., Massey C. Algorithm Aversion: People Erroneously Avoid Algorithms after Seeing Them Err // Journal of Experimental Psychology: General. — 2015. — Vol. 144, No. 1. — P. 114–126.
12. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. — 2nd ed. — New York: Springer, 2009. — 745 p.
13. Johansen B. Leaders Make the Future: Ten New Leadership Skills for an Uncertain World. — San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2009. — 240 p.
14. Kahneman D., Tversky A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk // Econometrica. — 1979. — Vol. 47, No. 2. — P. 263–291.
15. Lipton Z.C. The Mythos of Model Interpretability // Communications of the ACM. — 2018. — Vol. 61, No. 10. — P. 36–43.
16. Logg J.M., Minson J.A., Moore D.A. Algorithm Appreciation: People Prefer Algorithmic to Human Judgment // Organizational Behavior and Human Decision Processes. — 2019. — Vol. 151. — P. 90–103.
17. Mahmud H., Islam A.K.M.N., Ahmed S.I., Smolander K. What Influences Algorithmic Decision-Making? A Systematic Literature Review on Algorithm Aversion // Technological Forecasting and Social Change. — 2022. — Vol. 175. — Art. 121390.
18. Parasuraman R., Manzey D.H. Complacency and Bias in Human Use of Automation: An Attentional Integration // Human Factors. — 2010. — Vol. 52, No. 3. — P. 381–410.
19. Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead // Nature Machine Intelligence. — 2019. — Vol. 1, No. 5. — P. 206–215.
20. Shackle G.L.S. Uncertainty in Economics and Other Reflections. — Cambridge: Cambridge University Press, 1955. — 270 p.

Способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов в инновационные проекты анализа городских и инфраструктурных данных

Тимофеев Михаил Алексеевич
независимый исследователь, timofeev.mikhail.a@gmail.com

В современных инновационных проектах анализа городских и инфраструктурных данных автоматизированный контроль качества пространственных датасетов связан с проверкой состава объектов, точности координат, актуальности записей, корректности атрибутов и происхождения данных до применения в расчётах. В статье раскрываются способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов в проектный цикл цифровых сервисов, городской аналитики и инвестиционной оценки. В целях согласования технической проверки с задачами проектной команды выделены группы задач контроля, показатели качества городских и инфраструктурных датасетов, методические критерии выбора процедур и модель интеграции контроля в работу аналитиков, инженеров данных и менеджеров цифровых проектов. Результатом исследования выступает обоснование порядка внедрения контроля качества, который помогает заранее выявлять спорные записи, сокращать повторные правки, повышать достоверность аналитики и снижать риск ошибочных инвестиционных решений.

Ключевые слова: пространственный датасет, автоматизированный контроль качества, городская аналитика, инфраструктурные данные, цифровой сервис, инвестиционная оценка, проектный цикл.

Введение

В инновационных проектах анализа городских и инфраструктурных данных пространственный датасет является расчётным основанием цифрового сервиса, городского сценария и инвестиционной оценки. Рост числа точек интереса, зон интереса, зданий, дорог, адресных записей и атрибутов маршрутизации расширяет поле возможной ошибки, которая затем отражается в расчёте доступности, транспортной нагрузки, стоимости обслуживания и выборе площадки [1]. Значение автоматизированного контроля усиливается в ситуации, когда открытые и муниципальные геопространственные данные применяются для оценки инновационного потенциала территории, транспортной сети и будущих вложений [2]. На этапе инфраструктурной подготовки качество дорожных сведений влияет на сроки проектной оценки [3], а кадастровые расхождения повышают вероятность дополнительных геодезических работ, задержек и финансовых потерь инвестора [4].

Актуальность автоматизированного контроля качества также определяется темпом обновления городских данных, который слабо согласуется с возможностями ручной проверки. Так, муниципальные дороги, здания, элементы благоустройства и дорожное оборудование включаются в расчёты эксплуатации, ремонта и капитальных затрат, т. е. проектным командам требуется ранняя проверка координат, атрибутов, полноты и происхождения записей. В частности, автоматизированная оценка состояния покрытия по 3D-изображениям позволяет заранее выделять дорожные сегменты, влияющие на стоимость обслуживания сети [5]. В цифровом двойнике городской дороги данные LiDAR, мобильного картографирования и муниципальных пространственных баз служат материалом анализа покрытия, знаков, разметки и объектов уличной инфраструктуры [6]. Открытые пользовательские источники включают в себя риск ошибки фотографии, полигона, координаты и категории [7], созданные машинами объекты зданий затрагивают расчёт плотности застройки и сценарии городского планирования [8].

Экономический смысл автоматизированного контроля раскрывается до выпуска цифрового сервиса и инвестиционного решения, когда проектной команде важно понимать применимость данных к расчёту, состав спорных записей и степень доверия к результату. На этом уровне значимы аспекты контроля качества, связывающие техническую проверку с экономической ответственностью проектного решения. Проверка векторных данных по географическим отклонениям, геометрии и топологическим отношениям позволяет поддерживать сопоставимость городской модели [9]. Наблюдается зависимость доверия муниципалитетов, административных единиц и инвесторов от измеримых метрик качества [10]. В корпоративной практике происхождение данных, параметры обработки и история преобразований становятся частью отчёта качества [11]. Формализация спецификаций, доменов и топологических правил позволяет связать техническую проверку датасета с задачами аналитиков, инженеров данных и менеджеров цифровых проектов [12]. Следовательно, в настоящее время актуально изучить способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов в инновационные проекты анализа городских и инфраструктурных данных.

Результаты и обсуждение

В проектах анализа городских и инфраструктурных данных качество пространственного датасета целесообразно рассматривать как исходное условие достоверного расчёта. В цифровом сервисе города используются координаты, классы объектов, адреса, дорожные признаки и сведения о территории. Ошибка в одном из этих элементов меняет оценку доступности, транспортной нагрузки, стоимости обслуживания и инвестиционной оценки территории. Рост числа источников повышает значение автоматизированного контроля, ведь для ручной проверки быстро сокращается достаточный охват данных. На уровне точек интереса (POI – point of interest) данная зависимость проявляется в проверке координат, тематических признаков и полноты записей [1], на уровне инновационного потенциала территории — в потребности пространственно детального описания объектов, значимых для развития цифровой экономики [2].

Теоретическое основание контроля качества связано с пониманием трёх ключевых параметров городского датасета — полноты, согласованности и актуальности. По полноте оценивается достаточность состава объектов для расчёта, по согласованности проверяется соответствие координат, геометрии и атрибутов единому описанию, по актуальности определяется соответствие записи текущему состоянию территории. Дефицит любого параметра снижает достоверность городских расчётов, ведь сервисная доступность, маршрутная оценка и планирование инфраструктуры зависят от полноты описания дорог, зданий, остановок, адресов и зон интереса. В транспортных проектах это проявляется уже на стадии сбора исходных сведений, когда открытые картографические данные сопоставляются с фактическим состоянием дорожной сети [3].

Городская аналитика становится экономически значимой в момент включения пространственного датасета в расчёт затрат, сроков и очередности работ. В частности, ошибка кадастра, расхождение границы участка, частичная запись о здании или устаревший класс землепользования меняют параметры строительного и инфраструктурного проекта. Следует отметить, что качество пространственной записи в данном отношении связано с технической точностью и финансовым риском, включая новые измерения, согласования и уточнения стоимости подготовки решения [4]. Поэтому контроль качества пространственных датасетов входит в теоретическую основу инвестиционного анализа городской среды.

Инфраструктурная аналитика зависит от состояния линейных и площадных объектов, дорожного оборудования, покрытия, знаков, разметки и уличных элементов. Так, благодаря автоматизированной оценке состояния муниципальных дорог (на основе 3D-изображений) определяется возможность более равномерного распределения работ по обслуживанию сети [5]. В среде цифрового двойника городской дороги расширяется состав данных. В анализ включаются мобильное картографирование, световое обнаружение и определение дальности (LiDAR) и муниципальные пространственные базы как основа совместной оценки геометрии, оборудования и эксплуатационных признаков [6]. Как следствие, качество датасета в инфраструктурном проекте следует понимать как условие согласованного расчёта состояния объекта, потребности в ремонте и экономической очередности работ. Отдельную группу образуют источники открытого, пользовательского и созданного машинами происхождения. Фотографии, пользовательские полигоны, координаты, классы земельного покрова и объекты, созданные средствами геопространственного искусственного интеллекта (GeoAI), входят в городские расчёты вместе с ведомственными данными, вследствие чего проверка качества должна охватывать координаты и аналитическую допустимость записи. За счёт контроля добровольно создаваемой географической информации (VGI) по изображению, положению и категории снижается риск включения ошибочного объекта в аналитический массив [7]. В отношении GeoAI-сформированных зданий значимы полнота, форма и положение объекта. Машинная генерация может дать результат с внешним эффектом достоверности и спорной расчётной основой [8]. Иными словами, к теоретической базе контроля качества относится различие происхождения данных и уровень доверия к каждому источнику.

Также следует подчеркнуть, что достоверность городских и инфраструктурных расчётов зависит от способности проекта измерить качество датасета до аналитической обработки. Оценка векторных данных по географическим отклонениям, геометрическим признакам и топологическим отношениям важна для сопоставимости цифровой модели территории [9]. Измеримые метрики качества помогают согласовать ожидания участников проекта с фактическим состоянием данных [10], сведения о происхождении и истории обработки повышают проверяемость отчёта [11]. За счёт формализованных спецификаций, доменов значений и топологических правил контроль качества включается в рабочий цикл аналитиков, инженеров данных и менеджеров цифровых проектов [12]. Таким образом, классификация задач автоматизированного контроля качества должна показывать связь между объектом проверки, содержанием контроля и эффектом для инновационного проекта (табл. 1). Представленная классификация показывает, что автоматизированный контроль качества решает проектные задачи только при связи проверки данных с будущим использованием результата. На практике методическая проблема внедрения автоматизированного контроля качества возникает в момент, когда технический отчёт по датасету должен стать основанием проектного решения. Формальная корректность полей, координат и допустимых значений показывает внутреннее состояние файла; для проекта важен масштаб влияния ошибки на расчёт доступности, стоимость работ, срок вывода цифрового сервиса и выбор площадки. В городском проекте качество записи связано с экономическим последствием – неточная точка интереса и неполная адресная запись меняют оценку спроса [1] и кадастровое расхождение увеличивает объём согласований и измерений [4]. Следовательно, техническая проверка приобретает смысл при оценке влияния дефекта на задачу команды.

Разрыв усиливается в условиях смешения муниципальных баз, открытых картографических сведений, материалов мобильного картографирования и сформированных машинами объектов. Например, аналитик использует данные как основание расчёта, инженер данных работает с правилом проверки, менеджер цифрового проекта отвечает за срок, бюджет и риск решения.

Таблица 1

Классификация задач автоматизированного контроля качества в инновационных проектах

Группа	Содержание	Проектный эффект
Городские объекты	Проверка точек интереса, адресов, зданий и зон интереса по полноте, координатам, классу и актуальности	Повышение достоверности расчётов доступности, спроса и размещения сервисов
Дорожная сеть	Проверка дорог, сегментов, узлов и атрибутов маршрутизации по координатам, допустимым значениям и состоянию покрытия	Обоснование ремонта, эксплуатации и транспортных расчётов
Инфра-структурные элементы	Проверка остановок, знаков, разметки, освещения и дорожного оборудования по наличию, положению и состоянию	Приоритизация работ по обслуживанию городской инфраструктуры
Террито-риальные данные	Проверка участков, городских зон и границ территорий по полноте покрытия, классу и актуальности	Снижение ошибки при выборе площадки и оценке инвестиций
Открытые и пользова-тельские данные	Проверка открытых и внешних источников по происхождению, полноте и согласованности	Снижение риска ошибочного включения данных в проектный расчёт
Машинные объекты	Проверка зданий GeoAI и извлечённых объектов по форме, положению и полноте	Оценка применимости данных к городскому анализу
Проектный отчёт качества	Группировка спорных записей, уровня доверия и перечня доработок	Поддержка решений аналитиков, инженеров данных, менеджеров проекта и инвесторов

Источник: авторская разработка на основе [1-12]

В едином порядке контроля эти позиции сводятся в один отчёт качества, отражающий применимые к расчёту записи, спорные случаи, уровень доверия и последствия для проектного решения. Измеримые метрики качества помогают согласовать ожидания участников с фактическим состоянием данных [10], тогда как сведения о происхождении, параметрах обработки и истории преобразований повышают проверяемость результата [11].

Таким образом, методическая проблема заключается в согласовании цели проекта, состава пространственного датасета, правил автоматизированного контроля и управленческого использования отчёта качества. В проекте анализа городской инфраструктуры проверка покрытия, дорожных атрибутов, оборудования, геометрии и эксплуатационных признаков должна предшествовать расчётам ремонта, обслуживания и капитальных затрат [5-6]. Формализация спецификаций, доменов значений и топологических правил позволяет включить контроль качества в общий рабочий цикл аналитиков, инженеров данных и менеджеров цифровых проектов [12]. Поэтому способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов рассматриваются в качестве условия достоверности городских расчётов, инфраструктурной аналитики и инвестиционного решения.

Далее целесообразно отметить параметры пространственных датасетов для инновационных проектов городского анализа. В инновационном городском анализе параметр пространственного датасета выступает проектным признаком, по которому команда определяет возможность включения сведений в расчёт. Состав объектов показывает охват городских функций, атрибуты раскрывают смысл записи, точность координат показывает допустимое смещение в расчёте расстояний, дата обновления показывает связь записи с текущим состоянием территории. Полнота описания инфраструктуры важна в тех случаях, когда расчёт затрагивает доступность сервисов, дорожную нагрузку, обслуживание территории и выбор места вложений [1].

Назначение параметров заключается в отборе процедур контроля качества под конкретную задачу проекта. Сначала определяется, какие сведения влияют на расчёт, затем выбираются проверки, способные выявить дефект до аналитической обработки. Так, для городских объектов важны класс и координата, для дороги — состояние покрытия и атрибуты маршрута, для участка — граница, назначение и актуальность записи. Подобный порядок позволяет связать качество датасета с экономическим смыслом проекта, включая сроки, затраты и достоверность инвестиционной оценки [4].

Система исходных данных складывается из сведений, которые описывают город как объект расчёта. В неё входят точки интереса, зоны интереса, здания, территории, дороги, адресные записи, дорожное оборудование и элементы инфраструктуры. Каждая группа сведений выполняет свою роль: одни записи показывают размещение сервисов, другие раскрывают транспортную доступность, третьи уточняют физическое состояние объектов. В инфраструктурных проектах ценность исходных данных возрастает при наличии дорожных признаков, сведений о покрытии и признаков эксплуатации сети [5], [6]. Подготовка данных к контролю качества начинается с разделения источников по происхождению и проектной роли. Муниципальные базы, открытые картографические сведения, пользовательские материалы и созданные машинами объекты приводятся к общему описанию, затем по ним определяется состав проверок. На этом этапе важно отделить запись, готовую к расчёту, от спорной записи, по которой требуется уточнение источника, координаты, класса или даты обновления. Проверяемое происхождение данных и история обработки помогают снизить неопределённость при совместном использовании сведений разных поставщиков [11]. Следовательно, показатели качества городских и инфраструктурных датасетов целесообразно группировать по их роли в проектном расчёте (табл. 2).

В теоретической модели внедрение автоматизированного контроля качества таким образом рассматривается как часть проектного цикла анализа данных. Входной анализ датасета определяет цель расчёта, состав сведений и уровень возможной ошибки. Затем подбираются процедуры контроля (проверка полноты, координатной точности, согласованности атрибутов, актуальности записей и происхождения данных).

Таблица 2

Группы показателей качества городских и инфраструктурных датасетов

Группа	Содержание оценки	Значение для проекта
Полнота	Наличие объектов и обязательных записей	Достоверность расчёта охвата территории
Согласованность	Совпадение координат, геометрии и атрибутов	Сопоставимость данных в городской модели
Актуальность	Дата обновления и связь с текущим состоянием объекта	Снижение ошибки в проектном решении
Координатная точность	Допустимое смещение объекта в пространстве	Корректность расстояний, маршрутов и границ
Корректность атрибутов	Класс, статус, назначение и допустимые значения	Надёжность аналитической классификации
Происхождение данных	Источник, версия и история обработки	Доверие к отчёту качества

Источник: авторская разработка на основе [1-12]

Измерение показателей качества предоставляет проектной команде основание для разделения записей на готовые к расчёту, спорные и подлежащие доработке [10], [12].

Место контроля качества в проектном цикле находится между подготовкой исходных данных и выпуском аналитического результата. В рамках контроля качества техническая проверка превращается в рабочий фильтр проектного решения: аналитик видит ограничения расчёта, инженер данных — правила обработки, менеджер проекта — влияние спорных записей на срок, бюджет и итоговую оценку, в результате чего перечень доработок служит частью экономического обоснования цифрового сервиса, инфраструктурного сценария и инвестиционного решения.

Таким образом, можно концептуально закольцевать теоретическую модель (рис. 1). В авторской модели показано, что автоматизированный контроль качества пространственных датасетов входит в проект анализа раньше итоговых расчётов и управленческого вывода, когда ещё можно оценить состав данных, допустимую ошибку и последствия спорных записей.

Проектная рамка задаёт цель городского или инфраструктурного анализа, тип будущего решения, участников команды и границы допустимой ошибки, а затем из неё выводятся два ключевых направления работы: профиль пространственного датасета и требования к качеству данных.

В профиле датасета раскрывается, с какими объектами работает команда, включая городские объекты, дорожную сеть, территориальные данные и инфраструктурные элементы.

В требованиях к качеству уточняется, по каким признакам сведения допускаются к расчёту, включая полноту, согласованность, актуальность, точность координат, корректность атрибутов и происхождение данных.

Рисунок 1 – Модель интеграции автоматизированного контроля качества пространственных датасетов
Источник: авторская разработка

Между этими блоками размещены контрольные процедуры, которые превращают общую проектную цель в конкретную проверку записей, атрибутов, координат, маршрутизации, актуальности и источника. Затем результаты проверки группируются по практическому значению (записи для расчёта направляются в аналитическую работу, спорные записи требуют уточнения, проблемные записи входят в перечень доработок). Финальный блок в рамках модели связан с проектным использованием результата, поскольку отчёт о качестве, аналитический расчёт и управленческий вывод вместе дают основание для выбора решения, оценки затрат, определения сроков и уточнения следующего цикла проекта.

В авторской модели показано место контроля в проектном цикле. Следующим шагом выступает выбор процедур проверки с учётом цели расчёта, состава данных и допустимой ошибки, для чего целесообразно обобщить основные методические критерии выбора процедур (табл. 3). Контроль качества включён между подготовкой данных и проектным использованием результата, тогда как критерии выбора процедур уточняют, какие проверки дают практический эффект в конкретной задаче.

Отсюда проектный эффект автоматизированного контроля следует оценивать по тому, насколько раньше команда выявляет спорные записи, насколько понятнее становится граница расчёта и насколько увереннее принимается решение о дальнейшем использовании датасета:

Таблица 3

Методические критерии выбора процедур автоматизированного контроля качества

Критерий	Смысл для контроля качества	Подходящая процедура
Цель расчёта	Определяет, какие ошибки влияют на итоговый показатель	Проверка значимых объектов и атрибутов
Тип данных	Зависит от объекта анализа и формы записи	Проверка точек, линий, полигонов и адресов
Масштаб датасета	Показывает объём автоматической обработки	Пакетная проверка записей и группировка ошибок
Частота обновления	Отражает риск устаревания сведений	Проверка даты, версии и истории изменения
Значимость атрибутов	Показывает влияние класса, статуса и назначения объекта	Проверка допустимых значений и обязательных полей
Точность координат	Влияет на расстояния, маршруты и границы	Проверка смещений и пространственного положения
Происхождение данных	Определяет доверие к источнику и отчёту качества	Проверка источника, версии и истории обработки
Допустимая ошибка	Связывает технический дефект с проектным риском	Разделение записей по уровню влияния

Источник: авторская разработка на основе [1-12].

– Первый эффект связан с *сокращением повторных правок*. В обычной проектной работе ошибка часто обнаруживается уже на этапе

расчёта, визуализации или обсуждения решения, вследствие чего команда возвращается к исходным данным и заново уточняет класс объекта, координату, адрес, дату обновления или состояние дорожного элемента. Автоматизированный контроль меняет порядок работы – спорная запись выделяется до расчёта и перечень доработок формируется как часть подготовки проекта, что в целом снижает число возвратов между аналитиком, инженером данных и менеджером.

– Второй эффект относится к *достоверности аналитики*. Городской расчёт опирается на пространственное описание территории, поэтому качество записей влияет на оценку доступности, маршрутной нагрузки, состояния дорог, размещения сервисов и инвестиционной привлекательности. При автоматизированной оценке дорожного покрытия результаты проверки помогают связать состояние сегментов с планированием обслуживания сети [5]. В городском цифровом проекте это позволяет заранее понять, какие расчёты можно выполнять на текущем датасете и какие результаты будут зависеть от уточнения спорных записей.

– Третий эффект связан со *снижением риска принятия ошибочного решения*. Инвестиционная оценка цифрового проекта зависит от доверия к исходному описанию территории, ведь ошибка границы, назначения участка, координаты или инфраструктурного признака способна изменить срок, стоимость и приоритет работ. Кадастровые расхождения прямо связаны с новыми измерениями, согласованиями и финансовыми потерями инвестора [4]. Поэтому контроль качества в инновационном проекте следует понимать как предварительную проверку экономической состоятельности расчёта, а не как техническое сопровождение файла.

– Четвёртый эффект проявляется в *согласовании действий участников проекта*. Измеримые критерии качества позволяют аналитикам, инженерам данных и менеджерам обсуждать конкретные основания допуска записи к расчёту. Ожидания участников и фактическое состояние данных сближаются за счёт метрик качества [10], при этом сведения об источнике, версии и истории обработки повышают доверие к отчёту [11]. Как следствие, проектная команда быстрее определяет, какие записи можно использовать сразу, какие требуют уточнения и какие следует вывести из расчёта.

– Наконец, пятый эффект связан *с инвестиционной оценкой цифровых сервисов*. Действительно, автоматизированный контроль качества помогает заранее оценить расходы на подготовку данных, объём доработок, риск ошибки в расчёте и степень готовности датасета к использованию в проекте. Формализованные правила проверки позволяют включить контроль в рабочий цикл цифрового проекта [12], т. е. качество пространственных данных становится частью экономического обоснования решения. В этом смысле проектный эффект выражается в более точной оценке затрат, сроков, рисков и доверия к результату городского или инфраструктурного анализа.

Теоретическое значение способов внедрения автоматизированного контроля качества состоит в включении работы с пространственными датасетами в проектную культуру цифрового развития города. Сведения о территории проверяются до расчётов, спорные записи выделяются до аналитического вывода, проектная команда заранее видит границы использования данных, влияние ошибок на сроки и бюджет, состав доработок. Проектная культура работы с датасетами означает согласование цели анализа, правил проверки, ответственности участников и критериев допуска сведений к расчёту. В работе цифровых сервисов появляется проверяемое основание для маршрутов, инвестиционной оценки, обслуживания дорог и планирования территории. Стоит отметить, что вопрос выбора цифровых решений и эффективности их применения также связан с компетенциями команды и понятным порядком работы с данными [13-15].

Таким образом, способы внедрения автоматизированного контроля качества пространственных датасетов позволяют рассматривать качество данных в качестве значимого фактора надёжности цифрового сервиса, городского анализа и инвестиционных решений.

Авторский деловой вклад состоит в рассмотрении автоматизированного контроля качества пространственных датасетов с позиции реальных цифровых проектов, в которых данные используются для расчётов, обновления сервисов и подготовки решений. Массовая авторская работа с точками интереса и зонами интереса в более чем 20 странах показывает, что городские записи быстро становятся основой оценки доступности, размещения объектов, развития сервисов и планирования обновлений. В этом смысле предложенный порядок контроля качества связан с конкретной практической задачей – заранее определить, какие сведения могут применяться в расчёте, какие записи требуют уточнения и какие ошибки способны изменить проектный вывод.

Практическая сторона авторского делового вклада раскрывается в учёте полигонов зданий и территорий, а также атрибутов маршрутизации, которые часто определяют точность городского анализа. Полигоны зданий и территорий важны для оценки плотности застройки, границ объектов, размещения сервисов и инвестиционной привлекательности участка. Атрибуты маршрутизации влияют на расчёт транспортной доступности, работу навигационных сервисов, анализ дорожной нагрузки и выбор приоритетов обслуживания инфраструктуры. Поэтому контроль качества должен учитывать не только наличие записи, но и её пригодность к конкретному проектному расчёту.

Авторские способы внедрения контроля качества могут использоваться как инструмент согласованной работы проектной команды. Аналитик заранее видит границы расчёта и понимает, какие данные дают надёжный результат, инженер данных определяет состав проверок, правила обработки и перечень спорных записей, менеджер проекта оценивает влияние качества датасета на срок, бюджет и итоговый вывод. В рамках данного подхода контроль качества включается в рабочий цикл команды, помогает сократить возвраты к исходным данным и связывает техническую проверку с подготовкой практических бизнес-рекомендаций.

Значение авторских разработок для бизнеса проявляется в повышении надёжности пространственных данных до инвестиционного или управленческого решения. Проверенные сведения о городских объектах, дорогах, зданиях, территориях и инфраструктуре помогают точнее оценивать размещение сервисов, обслуживание сети, затраты на обновление данных и приоритеты развития территории. Контроль качества также помогает распределять ресурсы на обновление данных и снижать риск решений, основанных на спорных записях. Надёжность датасета в этом случае влияет на сроки, расходы, качество цифрового сервиса и инвестиционную оценку.

Заключение

В заключение следует отметить, что внедрение автоматизированного контроля качества пространственных датасетов в инновационные проекты городского и инфраструктурного анализа выходит за пределы проверки файла. Качество данных здесь рассматривается как условие достоверного расчёта, экономической оценки и управленческого выбора.

Обосновано, что состав объектов, координатная точность, актуальность записей, полнота инфраструктурного описания и происхождение данных должны оцениваться до запуска аналитических процедур. В исследовании систематизированы задачи контроля качества для городских объектов, дорожной сети, территориальных данных, открытых источников и сформированных машинами объектов.

Также обобщены группы показателей, по которым проектная команда оценивает полноту, согласованность, актуальность, координатную точность, корректность атрибутов и происхождение данных. Сформулированы критерии выбора контрольных процедур, связывающие цель расчёта, тип данных, масштаб датасета, частоту обновления, значимость атрибутов и допустимую ошибку. В предложенной модели показана взаимная связь проектной рамки, профиля датасета, параметров качества, контрольных процедур, оценки записей и проектного использования результата.

Практическая значимость предложенных положений связана с возможностью заранее увидеть спорные записи, сократить повторные правки, уточнить расходы на подготовку данных и повысить доверие к аналитическому результату. Для цифровых сервисов города это означает более обоснованное применение пространственных датасетов в расчётах маршрутов, обслуживания дорог, размещения сервисов и выбора инвестиционных решений.

Дальнейшее развитие темы связано с включением контроля качества в постоянную работу аналитиков, инженеров данных и менеджеров цифровых проектов, чтобы надёжность данных оценивалась до появления финансовых и организационных последствий.

Литература

1. Yeow L. W., Low R., Tan Y. X., Cheah L. Point-of-Interest (POI) Data Validation Methods: An Urban Case Study // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2021. – Vol. 10. – No. 11. – P. 1-27.

2. Čerba O. OpenStreetMap as the Data Source for Territorial Innovation Potential Assessment // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2025. – Vol. 14. – No. 3. – P. 1-17.

3. Tryhuba A. et al. System Model for Spatial Data Collection in Post-War Transport Infrastructure Planning // Sustainability. – 2025. – Vol. 17. – No. 17. – P. 1-25.

4. Kwartnik-Pruc A., Front-Dąbrowska T. The Impact of Cadastral Data Quality on Risks in Construction Investment Processes // Land. – 2026. – Vol. 15. – No. 6. – P. 1-20.

5. Ferrari E., Meyer J., Nebiker S. AI-Based Automated Visual Condition Assessment of Municipal Road Infrastructure Using High-Resolution 3D Street-Level Imagery // Infrastructures. – 2026. – Vol. 11. – No. 3. – P. 1-26.

6. Scolamiero V., Boccardo P. A BIM-Based Digital Twin Framework for Urban Roads: Integrating MMS and Municipal Geospatial Data for AI-Ready Urban Infrastructure Management // Sensors. – 2026. – Vol. 26. – No. 3. – P. 1-38.

7. Foody G., Long G., Schultz M., Olteanu-Raimond A.-M. Assuring the Quality of VGI on Land Use and Land Cover: Experiences and Learnings from the LandSense Project // Geo-spatial Information Science. – 2024. – Vol. 27. – No. 1. – P. 16-37.

8. Niroshan L., Carswell J.D. Evaluating GeoAI-Generated Data for Maintaining VGI Maps // Land. – 2025. – Vol. 14. – No. 10. – P. 1-15.

9. Ma Y., Li G., Zhao L., Yao X. Accuracy Evaluation Method for Vector Data Based on Hexagonal Discrete Global Grid // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2025. – Vol. 14. – No. 1. – P. 1-20.

10. Podobnikar T. Bridging Perceived and Actual Data Quality: Automating the Framework for Governance Reliability // Geosciences. – 2025. – Vol. 15. – No. 4. – P. 1-24.

11. Sadiq M.A., Langat P.K., Neupane A. Enterprise Spatial Data Provenance Knowledge Infrastructure // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2026. – Vol. 15. – No. 5. – P. 1-28.

12. Yılmaz C., Cömert Ç., Yıldırım D. Ontology-Based Spatial Data Quality Assessment Framework // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14. – No. 21. – P. 1-28.

13. Бурцев В.А. От кода к системе: авторский подход к управлению, UX и эффективности цифровых решений. Часть первая / В.А. Бурцев. — Москва: ООО «Высшая школа образования», 2025. — 259 с. – ISBN 978-5-605-48220-8. – EDN FHXIXD.

14. Бурцев В. А. Формирование компетенций выбора цифровых решений в профессиональном обучении предпринимателей // Современное профессиональное образование. – 2025. – № 6. – С. 80-86. – EDN TXMORR.

15. Бурцев В.А. От кода к системе: авторский подход к управлению, UX и эффективности цифровых решений. Часть вторая / В.А. Бурцев. — Москва: ООО «Высшая школа образования», 2025. — 233 с. – ISBN 978-5-605-48221-5. – EDN RWMMCP.

Ways to implement automated quality control of spatial datasets in innovative urban and infrastructural data analysis projects

Timofeev M.A.

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

In contemporary innovative projects for the analysis of urban and infrastructure data, automated quality control of spatial datasets is associated with checking the composition of objects, coordinate accuracy, record currency, attribute correctness, and data provenance before their use in calculations. The article examines ways to implement automated quality control of spatial datasets in the project cycle of digital services, urban analytics, and investment assessment. To align technical verification with the tasks of the project team, the study identifies groups of control tasks, quality indicators for urban and infrastructure datasets, methodological criteria for selecting procedures, and a model for integrating control into the work of analysts, data engineers, and digital project managers. The result of the study is the substantiation of a quality control implementation procedure that helps to identify disputed records in advance, reduce repeated corrections, improve the reliability of analytics, and lower the risk of erroneous investment decisions.

Keywords: spatial dataset, automated quality control, urban analytics, infrastructure data, digital service, investment assessment, project cycle.

References

1. Yeow L. W., Low R., Tan Y. X., Cheah L. Point-of-Interest (POI) Data Validation Methods: An Urban Case Study // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2021. – Vol. 10. – No. 11. – P. 1-27.
2. Čerba O. OpenStreetMap as the Data Source for Territorial Innovation Potential Assessment // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2025. – Vol. 14. – No. 3. – P. 1-17.
3. Tryhuba A. et al. System Model for Spatial Data Collection in Post-War Transport Infrastructure Planning // Sustainability. – 2025. – Vol. 17. – No. 17. – P. 1-25.
4. Kwartnik-Pruc A., Front-Dąbrowska T. The Impact of Cadastral Data Quality on Risks in Construction Investment Processes // Land. – 2026. – Vol. 15. – No. 6. – P. 1-20.
5. Ferrari E., Meyer J., Nebiker S. AI-Based Automated Visual Condition Assessment of Municipal Road Infrastructure Using High-Resolution 3D Street-Level Imagery // Infrastructures. – 2026. – Vol. 11. – No. 3. – P. 1-26.
6. Scolamiero V., Boccardo P. A BIM-Based Digital Twin Framework for Urban Roads: Integrating MMS and Municipal Geospatial Data for AI-Ready Urban Infrastructure Management // Sensors. – 2026. – Vol. 26. – No. 3. – P. 1-38.
7. Foody G., Long G., Schultz M., Olteanu-Raimond A.-M. Assuring the Quality of VGI on Land Use and Land Cover: Experiences and Learnings from the LandSense Project // Geo-spatial Information Science. – 2024. – Vol. 27. – No. 1. – P. 16-37.
8. Niroshan L., Carswell J.D. Evaluating GeoAI-Generated Data for Maintaining VGI Maps // Land. – 2025. – Vol. 14. – No. 10. – P. 1-15.
9. Ma Y., Li G., Zhao L., Yao X. Accuracy Evaluation Method for Vector Data Based on Hexagonal Discrete Global Grid // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2025. – Vol. 14. – No. 1. – P. 1-20.
10. Podobnikar T. Bridging Perceived and Actual Data Quality: Automating the Framework for Governance Reliability // Geosciences. – 2025. – Vol. 15. – No. 4. – P. 1-24.
11. Sadiq M.A., Langat P.K., Neupane A. Enterprise Spatial Data Provenance Knowledge Infrastructure // ISPRS International Journal of Geo-Information. – 2026. – Vol. 15. – No. 5. – P. 1-28.
12. Yılmaz C., Cömert Ç., Yıldırım D. Ontology-Based Spatial Data Quality Assessment Framework // Applied Sciences. – 2024. – Vol. 14. – No. 21. – P. 1-28.
13. Burtsev V.A. From code to system: the author's approach to management, UX and efficiency of digital solutions. Part one / V.A. Burtsev. — Moscow: Higher School of Education, LLC, 2025. — 259. – ISBN 978-5-605-48220-8. – EDN FHXIXD.
14. Burtsev V. A. Formation of competencies for choosing digital solutions in professional training of entrepreneurs // Modern professional education. – 2025. – No. 6. – P. 80-86. – EDN TXMORR.
15. Burtsev V.A. From code to system: the author's approach to management, UX and efficiency of digital solutions. Part two / V.A. Burtsev. — Moscow: Higher School of Education LLC, 2025. — 233. – ISBN 978-5-605-48221-5. – EDN RWMMCP.

Метод интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе реккурентной нейронной сети в структуру СМК наукоемкого предприятия

Туманов Александр Юрьевич
к.т.н., доцент, кафедра метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
toumanov@mail.ru

Целью исследования является теоретическое обоснование и разработка киберфизического метода интеграции предиктивного ИИ-Мониторинга на базе сети lstm и цифрового двойника в структуру действующей СМК наукоемкого предприятия, позволяющего осуществить предиктивное управление операционным временем технологических процессов поточных линий в рамках концепции «Качество 4.0» для минимизации брака и исключения аварийных простоев инфраструктуры полупроводникового производства в рамках ЦУР 9 ООН при деструктивных и позитивных воздействиях факторов внешней среды. Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи: разработана концептуальная схема интеграции сквозного предиктивного мониторинга в структуру действующей СМК предприятия в соответствии с требованиями разделов 6.1, 7.1.3 и 9.1 стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Разработана и обучена двухслойная рекуррентная нейросетевая архитектура рекуррентной LSTM. Проведен сравнительный анализ динамики индекса OEE (Общей эффективности оборудования) для реактивного, проактивного и предиктивного сценариев.

Ключевые слова: Качество 4.0, предиктивное управление, рекуррентные нейронные сети (LSTM), цифровой двойник (Digital Twin), система менеджмента качества (СМК), ГОСТ Р ИСО 9001-2015, управление несоответствующей продукцией, полупроводниковое производство, фотолитография, автоматизированная диспетчеризация (MES).

Введение

1. Введение и обзор литературы

Актуальность темы обусловлена необходимостью цифровой трансформации высокотехнологичных отраслей промышленности в рамках глобальной концепции «Индустрия 4.0» и достижения Целей устойчивого развития ООН (ЦУР 9: «Промышленность, инновации и инфраструктура»). Современное производство микросхем характеризуется высокой вероятностью технологических сбоев, где даже кратковременное воздействие внешних факторов среды на производственную инфраструктуру, включающее в себя и производственное оборудование, приводят к различным несоответствиям.

Определение этих потерь в рамках СМК промышленного предприятия может производиться разными методами. Одним из таких методов является метод контроля. Однако, контроль как традиционный метод менеджмента качества ориентирован на фиксацию уже совершившихся несоответствий, что не отвечает жестким критериям и требованиям концепции «Качество 4.0». Переход к прогностическому (предиктивному) управлению сдерживается фундаментальным научным противоречием — парадоксом «дефицита данных об отказах»: высоконадежное оборудование полупроводниковых фабрик функционирует в штатном режиме, что делает невозможным сбор реальных массивов данных для обучения нейросетевых моделей. Таким образом, возникает острая научно-практическая необходимость в создании киберфизических методов, объединяющих предиктивный искусственный интеллект (LSTM) и физически обоснованные цифровые двойники, способные непрерывно прогнозировать остаточный полезный ресурс (RUL) критических узлов в условиях сложного комбинированного воздействия внешней среды. В контексте выполнения требований раздела 9.1 стандарта ISO 9001:2015 («Мониторинг, измерение, анализ и оценка») предиктивный мониторинг становится ключевым драйвером риск-ориентированного мышления (раздел 6.1) и обеспечения непрерывной пригодности инфраструктуры (раздел 7.1.3).

Исходя из вышеизложенного целью исследования является теоретическое обоснование и разработка киберфизического метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе сети LSTM и цифрового двойника в структуру СМК наукоемкого предприятия, позволяющего осуществить предиктивное управление операционным временем технологических процессов поточных линий в рамках концепции «Качество 4.0» для минимизации брака и исключения аварийных простоев инфраструктуры полупроводникового производства в рамках ЦУР 9 ООН при негативных и позитивных воздействиях внешних факторов среды.

Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи:

Рассмотрена математическая модель временных затрат технологического процесса.

Рассмотрены сценарии реактивного, проактивного и предиктивного мониторинга.

Разработана концептуальная схема интеграции предиктивного мониторинга на основе многослойной рекуррентной нейросети LSTM в структуру действующей СМК предприятия в соответствии с требованиями разделов 6.1, 7.1.3 и 9.1 стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

2. Методы и модели

В теории машиностроения структура времени технологической операции (Operation Time) строго регламентирована (ГОСТ 3.1109-82). Рассмотрим временные характеристики технологического процесса (операции) и обозначим их для дальнейшего математического представления.

Центральное понятие, характеризующее технологическую операцию, это штучное время, обозначим его $T_ш$ – интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготовляемых или ремонтируемых изделий, или равный календарному времени сборочной операции. Часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда определим, как основное время. Обозначим его как T_o

При воздействии внешних негативных факторов среды (вибрации, перегрев) оперативное время растет, так как увеличиваются непроизводительные затраты времени.

2.1 Математическая декомпозиция структуры затрат времени на выполнение технологической операции литографии

Полное время технологической операции ($T_{шт}$) на автоматизированной поточной линии на примере литографического оборудования определяется классическим аддитивным уравнением:

$$T_{шт-к} = T_{ор} + T_{в} + T_{тобсл} + T_{оргобсл} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (1)$$

Где:

- $T_{ор}$ — основное (технологическое) время непосредственного воздействия лазерного излучения на кремниевую пластину;
- $T_{в}$ — вспомогательное время (загрузка пластины, вакуумирование шлюзов, позиционирование подложки);
- $T_{тобсл}$ — время технического обслуживания рабочего места (плановые калибровки, очистка линз);
- $T_{оргобсл}$ — время организационного обслуживания;
- $T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время на партию из пластин.

По сути выражение 1 является математической аддитивной моделью временных затрат операции литографии в поточной линии.

При воздействии внешних негативных факторов среды (микросейсмические колебания, изменение температуры чистой зоны) структура временных затрат претерпевает изменения, вызванные физико-механическими особенностями прецизионного оборудования.

Кроме вышеназванных введем в математическую модель время скрытого брака (T_{defect}) и время аварийного простоя ($T_{downtime}$).

2.3 Анализ динамики операционного времени поточной линии на примере процесса литографии при воздействии внешних факторов среды при разных сценариях

Ниже (табл. 1) представлена структурированная таблица трех технологических сценариев, связанных с традиционной СМК, автоматизацией, цифровизацией и влиянием внешних техногенных и инновационных факторов. Сценарий А: Реактивный (Традиционная СМК / Эксплуатация до отказа). Сценарий Б: Проективный (Стандартная автоматика / отключение при превышении порога). Сценарий В: Предиктивный (Качество 4.0 / прогнозирование отказов LSTM). цикла», время простоев и итоговые метрики эффективности в рамках парадигмы «Качество 4.0» (ЦУР 9).

Таблица 1

Технологических сценарии и динамика операционного времени поточной линии на примере литографии при внешних дестабилизирующих воздействиях

№ п/п	Характеристики и метрики технологического процесса	Сценарий А:	Сценарий Б:	Сценарий В:
1	Внешнее воздействие	Вибрация пола	Вибрация пола	Вибрация пола
2	Температура в камере ($T_{chamber}$)	Растет непрерывно	Растет до момента срабатывания теплового реле	Поддерживается на безопасном уровне
3	Операционное время (T_{op})	25 минут, до момента перегрева и начала генерации брака)	25 минут, до момента срабатывания теплового реле	60 минут (полный технологический цикл завершен штатно)
4	Время скрытого брака (T_{defect})	21 минута (машина работает, но производит нано-дефекты кристаллов)	0 минут (выпуск брака исключен жестким отключением)	0 минут (100% коэффициент качества)
5	Время аварийного простоя ($T_{downtime}$)	15 минут (полный механический останов из-за разрушения насоса)	35 минут (простой линии в режиме блокировки)	0 минут (отсутствие незапланированных остановок конвейера)

Комментарий к таблице: она наглядно показывает, как под воздействием внешних факторов среды (температуры и вибрации) изменяются основные временные характеристики технологического процесса.

3. Разработка концептуальной схемы метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга в структуру действующей СМК предприятия в соответствии с требованиями разделов 6.1, 7.1.3 и 9.1 стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

В концепции **Индустрии 4.0** и **ЦУР 9** построенная в п. 2.3 рекуррентная нейросеть не работает изолированно. Она встраивается в ИТ-контур промышленного предприятия как интеллектуальный сервис (через API), связывая физический уровень (датчики) с уровнем управления предприятием.

Для этого построим концептуальную схему метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга (МИПИМ) в структуру действующей СМК предприятия в соответствии с требованиями разделов 6.1, 7.1.3 и 9.1 стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (рис. 1) и концепции Индустрии 4.0. Кратко опишем этапы разрабатываемого метода на примере технологического процесса «Литография» ПЛ.

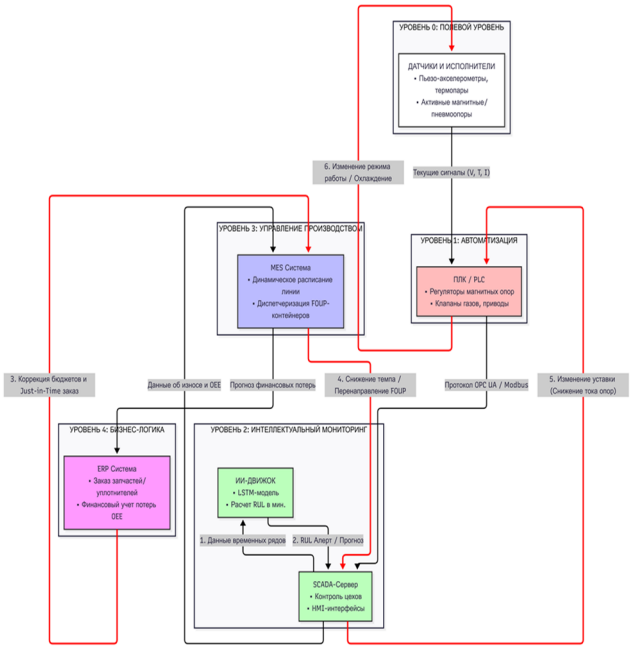


Рис. 1 Концептуальная схема метода интеграции предиктивного мониторинга в структуру действующей СМК предприятия в соответствии с требованиями разделов 6.1, 7.1.3 и 9.1 стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015

3. Оценка эффективности разрабатываемого метода

В рамках построения предиктивной системы менеджмента качества (Качество 4.0) математическая декомпозиция структуры затрат времени на выполнение технологической операции является базовым этапом оценки общей эффективности оборудования (OEE). Проведем сравнительную оценку OEE по сценариям А, Б и В. Данные для оценки возьмем из таблицы 1, а результаты оценки сведем в таблицу 2.

Таблица 2

Расчет OEE по сценариям А, Б и В

Показатели эффективности	Сценарий А:	Сценарий Б:	Сценарий В:
Итоговый индекс OEE за смену	6.2% – 64.2%	0.0%	56.0%

Финансовые потери за цикл	160 ед. (утилизация кремниевых пластин + ремонт вакуумного узла)	130 ед. (упущенная прибыль из-за системного простоя линии)	0 ед. (минимальные издержки за счет адаптивного снижения скорости)

4. Результаты и обсуждение

В таблице 3 представлены результаты влияния реактивного, проактивного и предиктивного сценариев технологического процесса на интеграцию в СМК промышленного предприятия.

Таблица 3

Влияние реактивного, проактивного и предиктивного сценариев на интеграцию в СМК промышленного предприятия

Метрики СМК	Сценарий А:	Сценарий Б:	Сценарий В:
Статус в контуре СМК (ISO 9001)	Критическое несоответствие, разрушение инфраструктуры (раздел 7.1.3)	Выполнение требований безопасности при потере результативности	Реализация риск-ориентированного подхода в реальном времени (раздел 6.1)
Степень интеграции в структуру СМК	низкая	средняя	высокая

4. Заключение (Conclusion)

В ходе проведенного исследования была успешно разработана и верифицирована киберфизическая концепция предиктивного управления операционным временем поточных линий производства микросхем в условиях деструктивного воздействия факторов внешней среды.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработан оригинальный киберфизической метод интеграции предиктивного ИИ-мониторинга в контур действующей СМК наукоемкого предприятия, который, в отличие от существующих реактивных подходов менеджмента качества и изолированных прогностических алгоритмов, позволяет осуществлять упреждающее управление операционным временем процесса литографического оборудования и минимизировать геометрический брак за счет синергетического сочетания двухслойной нейросетевой архитектуры LSTM и мультифизического цифрового двойника (базирующегося на уравнениях Навье-Стокса, законе Фурье и теории Палмгрена-Майнера), функционирующего в условиях дефицита реальных данных об отказах на основе репрезентативной выборки из 750 синтетических аварийных сценариев с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ЦУР 9 ООН при деструктивных и позитивных воздействиях факторов внешней среды.

Следующим шагом исследования в данной области является детальная разработка этапов и блок-схемы автоматизированного алгоритма метода интеграции предиктивного интеллектуального мониторинга на базе рекуррентной нейронной сети в структуру СМК наукоемкого предприятия.

Литература

1. Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 — the design and implementation of data-driven quality management. Total Quality Management & Business Excellence, 31(15-16), 1784-1798. doi.org [Scopus Q1]
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. — М.: Стандартинформ, 2015. — 32 с.
3. Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions. The TQM Journal, 32(4), 779-793. doi.org [Scopus Q1]
4. Schmid, H., & ASML Research Team. (2022). Advanced vibration isolation and overlay control in Extreme Ultraviolet (EUV) lithography systems. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 35(2), 184-192. doi.org [Scopus Q1]
5. Zhang, B., & Wang, P. (2021). Remaining useful life prediction of semiconductor manufacturing equipment using physics-informed LSTM networks. Journal of Intelligent Manufacturing, 32(4), 1105-1119. doi.org [Scopus Q1]
6. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Risk in the Science of Science. In Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Prototypes (pp. 85-113). Springer, Cham. doi.org
7. United Nations. (2020). Sustainable Development Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation. UN Progress Report. URL: un.org

A method for integrating predictive intelligent monitoring based on a competitive neural network into the qms structure of a high-tech enterprise

Tumanov A.Yu.

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The aim of the study is to theoretically substantiate and develop a cyberphysical method for integrating predictive AI monitoring based on the lstm network and a digital twin into the structure of the current QMS of a high-tech enterprise, which allows predictive control of the operational time of technological processes of production lines within the framework of the "Quality 4.0" concept to minimize defects and eliminate emergency downtime of the semiconductor manufacturing infrastructure within the framework of the UN SDG 9 under the destructive and positive effects of environmental factors. To achieve this goal, the following tasks have been set and solved: a conceptual scheme has been developed for integrating end-to-end predictive monitoring into the structure of the current QMS of the enterprise in accordance with the requirements of sections 6.1, 7.1.3 and 9.1 of the GOST R ISO 9001-2015 standard. A two-layer recurrent neural network architecture of recurrent LSTM has been developed and trained. A comparative analysis of the dynamics of the OEE index (Overall Equipment Efficiency) for reactive, proactive and predictive scenarios is carried out.

Keywords: Quality 4.0, predictive control, recurrent neural networks (LSTM), digital twin, quality management system (QMS), ISO 9001:2015, control of nonconforming outputs, semiconductor manufacturing, photolithography, manufacturing execution system (MES).

References

1. Zonnenshain, A., & Kenett, R. S. (2020). Quality 4.0 — the design and implementation of data-driven quality management. Total Quality Management & Business Excellence, 31(15-16), 1784-1798. doi.org [Scopus Q1]
2. GOST R ISO 9001-2015 (2015) Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya [Quality management systems — Requirements]. Moscow: Standartinform (In Russian).
3. Sony, M., Antony, J., & Douglas, J. A. (2020). Essential ingredients for the implementation of Quality 4.0: A narrative review of literature and future directions. The TQM Journal, 32(4), 779-793. doi.org [Scopus Q1]
4. Schmid, H., & ASML Research Team. (2022). Advanced vibration isolation and overlay control in Extreme Ultraviolet (EUV) lithography systems. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 35(2), 184-192. doi.org [Scopus Q1]
5. Zhang, B., & Wang, P. (2021). Remaining useful life prediction of semiconductor manufacturing equipment using physics-informed LSTM networks. Journal of Intelligent Manufacturing, 32(4), 1105-1119. doi.org [Scopus Q1]
6. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating Risk in the Science of Science. In Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Prototypes (pp. 85-113). Springer, Cham. doi.org
7. United Nations. (2020). Sustainable Development Goal 9: Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation. UN Progress Report. URL: un.org

Стратегия внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов на основе проверки программного кода

Федосеев Андрей Дмитриевич
Серверный разработчик, ООО «Skillbox», skybleak333@gmail.com

Цель исследования — разработка стратегии внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов на основе проверки программного кода. Материалы исследования включают в себя научные труды по управлению изменениями, разработке веб-сервисов, проверке программного кода, оценке влияния программных изменений и организации работы команд разработки, а также профессиональную практику автора. В статье использованы структурный и сравнительный анализ, классификация, дедуктивное моделирование и обобщение практических ситуаций. Результаты исследования: разработаны классификация изменений в процессах разработки веб-сервисов, система ключевых показателей готовности команды к внедрению изменений и модель стратегии внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов. Выводы: а) интеграцию нового правила целесообразно начинать с оценки условий проекта и повторяемости отклонений; б) включение проверки программного кода в планирование задач и выпуска изменений сокращает число возвратов и повторных трудозатрат; в) сопоставление сроков проверки, частоты замечаний и повторяемости ошибок повышает обоснованность решений руководителя команды.

Ключевые слова: управление изменениями, веб-сервисы, проверка программного кода, процессы разработки, готовность команды, качество разработки, планирование выпуска.

Введение

В настоящее время наблюдается расцвет индустрии 4.0 и соответствующее увеличение числа создаваемых программных решений, ускорение обновления программного кода и расширение состава инструментов, используемых разработчиками, в том числе на основе технологий искусственного интеллекта. Так, согласно GitHub Octoverse 2025, к концу 2025 г. на платформе работали свыше 180 млн разработчиков, при этом годовой прирост составил более 36 млн участников [1].

Кроме того, недавний опрос Stack Overflow Developer Survey охватил свыше 49 тыс. респондентов из 177 стран и показал, что 84 % участников уже применяют или планируют применять инструменты искусственного интеллекта в разработке [2]. Веб-сервис при таких условиях включает в себя программные интерфейсы приложения, хранилища данных, механизмы авторизации, внешние интеграции и инфраструктурные компоненты, поэтому локальная правка способна затронуть несколько взаимосвязанных участков системы [3]. Усложнение архитектуры современных веб-сервисов повышает значение согласованного порядка подготовки, проверки и выпуска изменений, поскольку расхождение между компонентами отражается на работоспособности всего веб-сервиса [4].

Рост сложности программных решений усиливает зависимость конечного качества веб-сервиса от организации работы команды. Изменение программного кода сопровождается уточнением требований, декомпозицией задачи, выбором технического решения, проверкой совместимости и подготовкой выпуска, вследствие чего качество отдельной правки связано с действиями нескольких специалистов. В связи с этим интеграция изменений в процесс разработки охватывает порядок постановки задач, критерии готовности результата и правила взаимодействия между автором программного кода и рецензентом. Простое утверждение нового регламента обеспечивает только формальное закрепление требования, тогда как устойчивое применение возникает на основе включения правила в повторяющиеся рабочие процедуры команды. Итеративное внедрение практик контроля, их регулярное применение и пересмотр по результатам накопленного опыта повышают устойчивость процессов разработки и сокращают зависимость результата от индивидуальных решений отдельных специалистов [5]. Управленческое значение приобретает согласование технических требований с фактической продолжительностью выполнения задачи и возможностями команды.

Центральное место в таком согласовании занимает проверка программного кода, поскольку в ходе рецензирования разработчики устанавливают соответствие результата поставленной задаче, оценивают логику реализации и определяют допустимость включения изменения в веб-сервис. Рецензент последовательно восстанавливает контекст задачи, анализирует обоснование выбранного решения и принимает решение о дальнейшей работе с программным кодом [6]. Различия в понимании критериев качества приводят к замечаниям по структуре, документации, именованию, расположению функциональности и другим характеристикам сопровождения веб-сервиса, которые составляют значительную часть изменений, внесённых в ходе рецензирования [7]. Возврат задачи на доработку в таких условиях отражает расхождение между ожидаемым и фактическим результатом разработки. Повторяемость сходных замечаний указывает на устойчивую причину ошибки, связанную с правилами работы, профессиональным опытом либо особенностями восприятия задачи, поэтому систематизация подобных причин повышает результативность проверки [8].

Предсказуемость работы команды определяется возможностью заранее оценивать продолжительность подготовки изменения, срок проверки и вероятность повторной доработки. Задержка первого ответа рецензента и увеличение времени до включения программного кода в основную версию способны нарушить план выпуска даже при своевременном завершении разработки, вследствие чего срок прохождения проверки становится самостоятельным показателем командной работы [9]. Оценка масштаба правки, числа затронутых зависимостей и истории изменений позволяет соотнести глубину проверки с техническим риском и обосновать очередность работы рецензентов [10]. Снижение числа возвратов задач при одновременном контроле срока рецензирования повышает прозрачность планирования и сокращает объём повторных трудозатрат. Однако научная проблема состоит в расхождении между управленческим решением о введении нового правила и его устойчивым при-

менением в ежедневной работе команды. Поэтому цель настоящего исследования состоит в разработке стратегии внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов на основе проверки программного кода.

Результаты и обсуждение

Под управлением изменениями в процессах разработки веб-сервисов понимается целенаправленный пересмотр правил подготовки, проверки и согласования программных решений в соответствии с требованиями к качеству разработки. Основанием такого пересмотра служит расхождение между действующим порядком работы и фактическими последствиями его применения, включая архитектурные ошибки, нарушение совместимости компонентов и увеличение объёма последующих исправлений. Распределённый характер веб-сервисов усиливает значение управленческой координации, поскольку изменение интерфейса или формата обмена затрагивает программные модули, внешние системы и правила передачи данных [11]. Выбор технологического способа взаимодействия также определяет содержание технических требований команды, так как технологии REST и SOAP различаются по структуре сообщений, строгости контрактов, механизмам безопасности и порядку обработки операций [12]. Следовательно, изменение процесса разработки связано с приведением рабочих правил в соответствие с архитектурой веб-сервиса и характером межсистемных зависимостей.

Изменение процесса приобретает управленческий характер в тот момент, когда руководитель команды устанавливает единый порядок принятия технических решений, распределяет ответственность и закрепляет критерии допустимости результата. Качество разработки при таком подходе оценивается через согласованность программного кода с требованиями задачи, архитектурой приложения, правилами доступа к данным и условиями эксплуатации веб-сервиса. Многоуровневое серверное приложение включает контроллеры, прикладную логику, механизмы внедрения зависимостей, средства доступа к базе данных и компоненты авторизации, поэтому ошибка в одном слое способна повлиять на работу смежных элементов [13]. Обоснованный выбор программных средств также опирается на сопоставление назначения проекта, архитектуры взаимодействия и возможностей применяемых технологий [14]. По этой причине управленческое решение об изменении процесса охватывает техническую обоснованность нового правила и его соответствие условиям разработки конкретного веб-сервиса.

Проверка программного кода выполняет функцию согласования профессиональных представлений разработчиков о допустимом способе реализации задачи. Рецензент сопоставляет представленный результат с контекстом изменения, архитектурными ограничениями и принятыми в команде правилами, вследствие чего индивидуальный способ решения переводится в область коллективной технической оценки [6]. Замечания по структуре, документации, именованию и размещению функциональности отражают требования к сопровождению программного кода и раскрывают различия в понимании качества между участниками разработки [7]. Существенную часть технических правил составляют требования безопасности, поскольку уязвимости веб-приложений связаны с ошибками проверки данных, разграничения доступа и контроля программных компонентов [15]. Проверка программного кода при таких условиях закрепляет единое толкование требований и снижает зависимость итогового решения от личных предпочтений отдельного разработчика.

Теоретическая связь между управлением изменениями и проверкой программного кода раскрывается через обратную связь между установленным правилом и результатами его практического применения. Техническое решение, затрагивающее автономные серверные процессы, обработку внутренних событий и сохранение состояния приложения, требует согласования порядка запуска, регистрации ошибок и взаимодействия программных модулей [16]. Проверка программного кода позволяет соотнести подобные решения с общими требованиями команды ещё в пределах разработки задачи, вследствие чего изменение рабочего правила становится частью регулярного контроля качества. Повторяемое применение согласованных критериев закрепляет общий технический язык команды, поддерживает единообразие решений и формирует условия для последующей управленческой оценки результатов.

Таким образом, изменение процесса представляет собой управленческое воздействие на порядок коллективной разработки, тогда как проверка программного кода служит механизмом практического согласования и воспроизводства технических правил.

Разработчики в ходе проверки программного кода согласуют правила работы команды и определяют участки процесса, которые подлежат изменению. Поэтому изменения в процессах разработки веб-сервисов целесообразно классифицировать по участку рабочего цикла, содержанию правила и ожидаемому управленческому результату [6]. Классификация отражает связь между требованиями задачи, качеством программного кода и порядком выпуска изменений (табл. 1).

Таблица 1

Классификация изменений в процессах разработки веб-сервисов

Вид изменения	Объект регулирования	Управленческая цель	Ожидаемый результат
Изменение правил постановки задач	Требования, ограничения, зависимости, критерии приёмки	Согласованность понимания задачи	Снижение неоднозначности требований; сокращение уточнений
Изменение порядка проверки программного кода	Состав рецензентов, срок проверки, перечень контрольных вопросов, порядок замечаний	Сопоставимость технических решений	Снижение повторяемости ошибок; повышение прозрачности оценки
Изменение критериев готовности задачи	Функциональная полнота, испытания, документация, качество программного кода	Единое решение о завершении задачи	Сокращение возвратов; повышение качества результата
Изменение порядка выпуска изменений	Состав выпуска, предварительные проверки, последовательность внедрения, восстановление версии	Предсказуемость выпуска веб-сервиса	Снижение числа сбоев; соблюдение сроков внедрения

Источник: авторская разработка на основе [5-10]

На основании представленной классификации руководитель команды может определить участок процесса, в котором утверждённое правило расходится с повседневной практикой разработчиков. Причиной такого расхождения обычно является различие между общей формулировкой требования и конкретным порядком действий при подготовке задачи, проверке программного кода и согласовании замечаний. Рецензенту приходится самому восстанавливать контекст задачи и критерии оценки, вследствие чего участники команды по-разному толкуют одно правило [6]. При формальном закреплении требования участники команды продолжают работать по прежнему порядку, ограничиваясь внесением дополнительного пункта в документацию.

Разрыв сокращается при включении проверки программного кода в единый цикл планирования и оценки результата. Руководитель команды связывает правило проверки с содержанием задачи, сроком её выполнения, ответственностью разработчика и решением по итогам рецензирования. Данный порядок позволяет рассматривать возврат задачи как следствие конкретного расхождения между требованиями и результатом разработки, повторное замечание — как признак устойчивого недостатка действующего процесса [7]. В рамках авторского подхода проверка программного кода представляет собой точку сопоставления решения по реализации задачи с правилами работы команды и результатами завершённого цикла.

Выбор способа внедрения зависит от состава команды и режима выпуска изменений. Так, в небольшой группе один специалист нередко совмещает разработку и рецензирование, тогда как в крупной команде замечание проходит через несколько уровней согласования. Частые выпуски сокращают интервал для проверки и повышают значение скорости первого ответа, поскольку задержка рецензента увеличивает срок включения задачи в состав выпуска [9]. При редких выпусках команда располагает большим временем для обсуждения, однако крупный объём накопленных изменений усложняет оценку зависимостей между отдельными задачами. По повторяемости типовых ошибок руководитель команды определяет элемент процесса для первоочередного изменения. Повторение замечаний по структуре программного кода, обработке исключений, именованию или документации указывает на расхождение правил команды и практики их применения [8]. Разработчики также оценивают порядок обсуждения программного кода и степень согласованности требований, поскольку отсутствие общего контекста увеличивает число уточнений в ходе рецензирования. Участники команды при высоком уровне согласованности ограничиваются локальным уточнением правила. Различия в понимании задачи они устраняют посредством совместного разбора требований, примеров и критериев завершения работы. Руководитель команды определяет готовность к внедрению изменений по совокупности показателей текущей работы. В оценку входят доля задач, возвращённых на доработку, частота замечаний, срок прохождения проверки и повторяемость ошибок. Руководитель сопоставляет показатели с условиями проекта и выбирает масштаб, темп и форму внедрения (табл. 2). Руководитель начинает разработку стратегии с выделения проблемного участка процесса, на котором повторяются замечания либо возрастают сроки проверки. Далее команда формулирует правило в виде наблюдаемого действия и проверяемого результата, исключая общие требования вроде «повысить качество программного кода». Например, правило может закреплять обязательную проверку влияния изменения

на связанные файлы, интерфейсы и сценарии испытаний. Оценка зависимостей на уровне запроса на включение изменений помогает определить масштаб проверки и риск пропуска побочного эффекта [10]. Команда применяет сформулированное правило на ограниченном числе задач, что позволяет сопоставить ожидаемый результат с фактическими затратами времени и характером замечаний. Руководитель фиксирует случаи возврата, вопросы разработчиков и расхождения в толковании требования, затем уточняет формулировку и порядок проверки. Постепенное расширение области применения снижает риск резкого изменения привычек команды и поддерживает последовательное закрепление нового порядка [5]. По завершении цикла участники сопоставляют результаты с исходной проблемой и принимают решение о сохранении, уточнении либо замене правила.

Таблица 2

Ключевые показатели готовности команды к внедрению изменений

Показатель	Содержание оценки	Признак состояния команды	Управленческое решение
Доля задач, возвращённых на доработку	Отношение числа возвратов к общему числу проверенных задач	Устойчивый рост возвратов; стабильное сокращение возвратов	Уточнение критериев готовности; пересмотр порядка постановки задач
Частота замечаний по программному коду	Среднее число замечаний на одну задачу; распределение по видам	Концентрация однотипных замечаний; преобладание единичных замечаний	Выбор проблемного правила; подготовка контрольного перечня
Срок прохождения проверки	Интервал между передачей задачи и итоговым решением	Значительный разброс сроков; устойчивая продолжительность проверки	Закрепление срока рецензирования; назначение ответственных специалистов
Повторяемость ошибок	Доля одинаковых ошибок в последовательных циклах разработки	Системная повторяемость; единичные отклонения	Совместный разбор причин; уточнение правила проверки

Источник: авторская разработка на основе [6-10]

Процедура применения стратегии в проектной работе начинается с подготовки правила проверки программного кода. Руководитель описывает объект проверки, основание замечания, допустимый результат и порядок принятия решения по задаче. Разработчики обсуждают формулировку на примерах из текущего проекта, поскольку единое понимание контекста сокращает различия между оценками рецензентов [6]. Согласование завершается фиксацией правила в средствах управления задачами, перечне критериев завершения работы либо шаблоне запроса на включение изменений. Согласованное правило включается в планирование выпуска изменений (release planning), вследствие чего команда заранее учитывает продолжительность проверки, состав рецензентов и возможный возврат задачи. По завершении работы участники разбирают замечания, выделяют повторяющиеся причины и сопоставляют их с содержанием правила. Время до первого ответа и время до включения программного кода в основную версию характеризуют влияние нового порядка на темп работы команды [9]. Оценка последствий изменения также позволяет уточнить объём проверки для задач с различным числом зависимостей [10]. Обобщённая последовательность применения описанной стратегии представлена на рис. 1. Суть авторской модели сводится к тому, что руководитель команды оценивает условия проекта и текущее состояние работы по доле возвратов задач, частоте замечаний, сроку проверки и повторяемости ошибок. По результатам оценки команда определяет проблемный участок и формулирует правило проверки программного кода с понятными объектом, критерием допустимости, приоритетом замечаний и распределением ответственности. Правило проверяется на ограниченном числе задач, включается в план выпуска изменений и применяется при разборе замечаний.

Результат стратегии оценивается по динамике возвратов задач, сроков проверки, повторяемости ошибок и предсказуемости выпуска изменений. Выявленные расхождения используются при корректировке правила и порядка работы команды. Авторская модель связывает диагностику, проверку программного кода, управление задачами и оценку результата в единой системе.

Руководитель команды по итогам проверки программного кода сопоставляет замечания с критериями готовности задачи, сроком выпуска и риском повторной ошибки.

На основании такого сопоставления он выбирает управленческое решение и определяет порядок дальнейшей работы с задачей. Основные варианты решений приведены ниже (табл. 3). По итогам принятых решений руководитель команды оценивает результат стратегии по изменениям в повторяемости ошибок, числе возвратов задач и порядке обоснования замечаний. Исходные значения фиксируются до внедрения правила проверки, итоговые значения — по завершении установленного цикла работы.

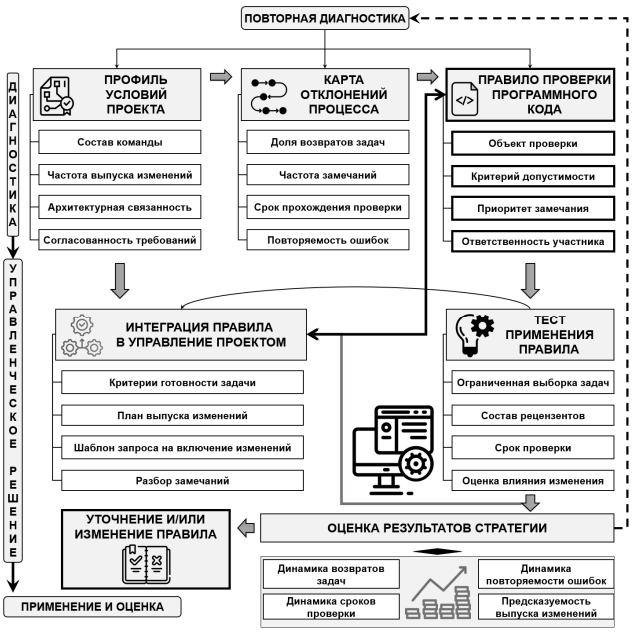


Рисунок 1 – Модель стратегии внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов

Источник: авторская разработка

Таблица 3

Управленческие решения по итогам проверки программного кода

Управленческое решение	Основание решения	Изменение порядка работы	Влияние на срок и качество
Принятие задачи	Соответствие критериям готовности; завершённость проверки	Включение задачи в состав выпуска; фиксация результата	Сохранение планового срока; подтверждение качества программного кода
Возврат на доработку	Критическое замечание; нарушение требования; риск сбоя	Корректировка программного кода; повторная проверка	Увеличение срока задачи; снижение риска дефекта
Уточнение правила разработки	Повторяемость однотипных замечаний; различие трактовок	Корректировка критерия проверки; закрепление примеров	Сокращение повторных возвратов; единообразие технических решений
Изменение порядка декомпозиции задачи	Крупный объём правки; скрытые зависимости; смешение видов работ	Разделение задачи на самостоятельные элементы; отдельные проверки	Повышение точности оценки срока; снижение риска пропуска ошибки

Источник: авторская разработка на основе [6-10].

Сопоставление проводится по одинаковым типам задач и сопоставимым периодам, поскольку различия в объёме программного кода и числе затронутых зависимостей способны исказить оценку [10], что в целом связывает управленческое решение с измеряемым результатом и отделяет единичное отклонение от устойчивого изменения практики команды.

Усвоение разработчиками нового правила и согласованность его толкования характеризуется снижением повторяемости ошибок. Руководитель учитывает долю однотипных замечаний в последовательных циклах и причины их повторного появления, так как многие изменения программного кода в ходе рецензирования относятся к структуре, документации и сопровождению [7]. Сокращение числа возвратов задач отражает качество подготовки результата до передачи рецензенту. При оценке данного критерия учитываются основание возврата, число повторных проверок и доля задач, принятых без необходимости существенной переработки. Основанная на типовых механизмах ошибок методика проверки повышает точность выявления дефектов и сокращает число ошибочных замечаний [8]. В свою очередь прозрачность решений по качеству программного кода оценивается по единообразию оснований для принятия задачи, возврата на доработку и уточнения правила разработки. Руководитель команды проверяет наличие понятного критерия, зафиксированного замечания и связи решения с требованиями задачи. Общий порядок оценки сокращает зависимость результата от личного опыта рецензента и упрощает согласование спорных случаев [6]. Руководитель также учитывает срок прохождения проверки [9]. Если рецензент отвечает с задержкой, команда переносит срок выпуска изменений и расходует больше времени на завершение задачи. Совокупность указанных критериев помогает руководителю уточнять правила проверки, распределять ответственность и поддерживать предсказуемость работы

команды [17]. В профессиональной авторской практике в области серверной разработки, управления командами и подготовки выпусков веб-сервисов можно выделить четыре ситуации применения предложенной стратегии в рабочих условиях. В первой ситуации общую ретроспективу проводили для пятнадцати сотрудников подразделения. Подробный разбор замечаний по программному коду занимал ограниченную часть встречи, поэтому руководитель выделил отдельное обсуждение для пяти специалистов серверной разработки. Участники сопоставляли причины возвратов, содержание требований, порядок декомпозиции и критерии готовности задачи. Похожие замечания распределяли по типам ошибок и участкам процесса разработки. По каждому типу участники определяли причину, допустимый вариант решения и основание возврата задачи. Руководитель закреплял согласованную формулировку в правилах проверки программного кода. Благодаря отдельному обсуждению команда разграничивала единичные ошибки исполнения и устойчивые недостатки порядка работы.

Во второй ситуации команда готовила крупное изменение веб-сервиса и заранее проводила обзор существующей кодовой базы. Разработчики определяли затрагиваемые модули, внешние интеграции, ограничения архитектуры и возможные последствия правки. На стартовой встрече руководитель согласовывал состав проверок и включал его в описание задачи и шаблон запроса на включение изменений. Рецензенты сопоставляли программный код с согласованным составом требований и проверяли влияние правки на связанные компоненты. Расхождение между первоначальным решением и архитектурой веб-сервиса служило основанием для уточнения задачи до завершения основной разработки. Такой порядок сокращал объём поздних исправлений и помогал участникам одинаково толковать требования к качеству программного кода.

В третьей ситуации команда готовила выпуск новых веб-сервисов. Руководитель включал проверку программного кода в планирование выпуска изменений, назначал рецензентов и учитывал продолжительность рецензирования при согласовании срока. Специалисты проверяли интерфейсы, внешние интеграции, обработку данных и совместимость затронутых компонентов. Критические замечания разбирали до включения задачи в состав выпуска. Разработчик корректировал программный код и повторно передавал результат рецензенту. Команда принимала задачу при соответствии критериям готовности и подтверждении работоспособности связанных функций. Такой порядок применялся при подготовке нескольких новых сервисов и поддерживал соблюдение согласованных сроков.

Наконец, в ещё одной ситуации специалисты разбирали инциденты, связанные с работой веб-сервисов. Руководитель сопоставлял описание сбоя, историю изменения программного кода и замечания, зафиксированные при рецензировании. Участники определяли, могла ли действующая проверка выявить причину инцидента до выпуска, и уточняли участок процесса, в котором отсутствовал единый критерий. По результатам разбора команда дополняла правило проверки контрольным вопросом, примером допустимого решения или требованием к испытанию изменённого компонента. Ответственного специалиста назначали на срок пробного применения правила, результаты оценивали по следующим задачам сходного типа. Во всех четырёх ситуациях руководители связывали правило проверки программного кода с конкретным участком работы, ответственностью участников и результатом завершённого цикла. В каждом случае руководители команд связывали правило проверки с причиной отклонения, ответственностью участников и измеримым результатом работы, поэтому можно утверждать, что предложенная стратегия соответствует практике управления разработкой веб-сервисов. Авторский деловой вклад в развитие отрасли разработки программного обеспечения заключается в разработке порядка, посредством которого руководители команд включают проверку программного кода в управление задачами, сроками и качеством веб-сервисов. Руководитель оценивает готовность команды по измеримым показателям, связывает замечания рецензентов с правилами работы и принимает решение с учётом влияния правки на выпуск изменений.

Заключение

Таким образом, обосновано понимание внедрения изменений в процессы разработки веб-сервисов как управленческой работы с правилами постановки задач, проверки программного кода, определения готовности результата и подготовки выпуска. Рост числа архитектурных связей, внешних интеграций и требований к безопасности повышает зависимость качества веб-сервиса от согласованности действий разработчиков, рецензентов и руководителя команды. Разработчики в ходе проверки программного кода выявляют дефекты, согласуют технические решения, распределяют ответственность и поддерживают предсказуемый темп работы. Предложенная стратегия охватывает оценку условий проекта, выявление устойчивых отклонений, формулирование правила проверки, его пробное применение и закрепление в порядке управления задачами. Классификация изменений позволяет разграничить правила постановки задач, рецензирования, определения готовности и выпуска программных решений. Показатели готовности команды и варианты управленческих решений обеспечивают связь между содержанием замечаний, сроком проверки, числом возвратов и повторяемостью ошибок – за счёт данной связи руководитель оценивает результат внедрения по наблюдаемым изменениям в работе команды, уточняет правила и соотносит глубину проверки с риском конкретной задачи. Профессиональный опыт в области серверной разработки и управления командами подтвердил применимость стратегии при разборе повторных замечаний, анализе существующего программного кода, подготовке выпуска веб-сервисов и анализе инцидентов. Во всех рассмотренных ситуациях наибольший эффект обеспечивало включение правила проверки в повседневную работу с задачами, сроками и ответственностью участников. Практическая ценность предложенного стратегического подхода состоит в сокращении повторных трудозатрат, повышении обоснованности решений по качеству программного кода и укреплении дисциплины выпуска изменений. Практическое развитие стратегии связано с накоплением данных по завершённым циклам разработки и уточнением критериев с учётом архитектуры веб-сервиса, состава команды и периодичности выпуска изменений.

Литература

1. Octoverse: A new developer joins GitHub every second as AI leads TypeScript to #1 // GitHub. – URL: https://github.blog/news-insights/octoverse/octoverse-a-new-developer-joins-github-every-second-as-ai-leads-typescript-to-1/ (дата обращения: 01.07.2026).
2. Stack Overflow Developer Survey 2025 // Stack Overflow. – URL: https://survey.stackoverflow.co/2025/ai (дата обращения: 01.07.2026).
3. Рындин, А. А. Современные стандарты информационного взаимодействия систем: учеб. пособие / А. А. Рындин, Э. Р. Саргсян; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 144 с.
4. Дергачев А. М. и др. Технологии веб-сервисов. – СПб: Университет ИТМО, 2021. – 100 с.
5. Vehent J. Securing DevOps: Security in the Cloud. – Shelter Island: Manning Publications, 2018. – 384.
6. Gullstrand H. L., Söderberg E., Rydenfält C. Code review as decision-making — building a cognitive model from the questions asked during code review // Empirical Software Engineering. – 2026. – Vol. 31. – P. 1-41.
7. Fregnan E., Petrulio F., Bacchelli A. The evolution of the code during review: an investigation on review changes // Empirical Software Engineering. – 2022. – Vol. 27. – P. 1-49.
8. Huang F., Madeira H. Advancing modern code review effectiveness through human error mechanisms // Journal of Systems and Software. – 2024. – Vol. 214. – P. 1-16.
9. Kudrjavets G., Rastogi A. Does code review speed matter for practitioners? // Empirical Software Engineering. – 2024. – Vol. 29. – P. 1-34.
10. Göçmen I. S., Cezayir A. S., Tüzün E. Enhanced code reviews using pull request-based change impact analysis // Empirical Software Engineering. – 2025. – Vol. 30. – P. 1-44.
11. Воронцов Ю. А., Козинец А. В. Стандарты веб-сервисов для создания распределенных информационных систем // Век качества. – 2015. – № 3. – С. 55-72.
12. Дворяк Д. А. Сравнение технологий REST и SOAP на основе возможностей создания веб-сервисов // Вестник науки. – 2024. – Т. 4. – № 1 (70). – С. 448-465.
13. Аркабаев Н. К., Алымова З. Ж. Разработка web серверных приложений на базе .NET Core в примере интернет-магазина // Вестник Ошского государственного университета. – 2024. – № 1. – С. 142-154.
14. Мухтарбеков А. Х. Выбор программных средств для реализации подсистемы информационной поддержки формирования алгоритмов нагрузочного тестирования веб-приложений // Парадигма. – 2025. – № 5-2. – С. 170-175.
15. Боровков В. Е., Ключарёв П. Г. Методы защиты веб-приложений от злоумышленников // Вопросы кибербезопасности. – 2023. – № 5 (57). – С. 89-99.
16. Крехалев В. В. Исследование работы веб-приложений без команды-события от внешнего источника (от клиента) // Информационные технологии. – 2022. – Т. 28. – № 5. – С. 274-280.
17. Манаширов Э. С. ИИУ как новый интегральный показатель инновационности: расширение традиционных моделей ВВП // Кузнечно-

штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2025.– № 11. – С. 213-221. – EDN WQOMSL.

Strategy for implementing changes to web service development processes based on code review

Fedoseev A.D.
Back-end Developer at LLC «Skillbox»

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The purpose of the study is to develop a strategy for implementing changes in web service development processes based on code review. The research materials include scholarly works on change management, web service development, code review, change impact assessment, and the organisation of software development teams, as well as the author's professional experience. The study employs structural and comparative analysis, classification, deductive modelling, and the generalisation of practical cases. The research results include a classification of changes in web service development processes, a system of key indicators of team readiness for change implementation, and a model of a strategy for implementing changes in web service development processes. The conclusions are as follows: a) the integration of a new rule should begin with an assessment of project conditions and the recurrence of deviations; b) incorporating code review into task planning and release planning reduces the number of task returns and repeated labour costs; c) comparing review duration, comment frequency, and error recurrence improves the justification of managerial decisions made by the team leader.

Keywords: change management, web services, code review, development processes, team readiness, development quality, release planning.

References

1. Octoverse: A new developer joins GitHub every second as AI leads TypeScript to #1 // GitHub. – URL: https://github.blog/news-insights/octoverse/octoverse-a-new-developer-joins-github-every-second-as-ai-leads-typescript-to-1/ (accessed date: 01.07.2026).
2. Stack Overflow Developer Survey 2025 // Stack Overflow. – URL: https://survey.stackoverflow.co/2025/ai (accessed date: 01.07.2026).
3. Ryndin A. A., Sargsyan E. R. Modern standards of information interaction between systems: textbook. – Voronezh: Voronezh State Technical University Publishing House, 2021. – 144.
4. Dergachev A. M. et al. Web service technologies. – St. Petersburg: ITMO University, 2021. – 100.
5. Vehent J. Securing DevOps: Security in the Cloud. – Shelter Island: Manning Publications, 2018. – 384.
6. Gullstrand H. L., Söderberg E., Rydenfält C. Code review as decision-making — building a cognitive model from the questions asked during code review // Empirical Software Engineering. – 2026. – Vol. 31. – P. 1-41.
7. Fregnan E., Petrulio F., Bacchelli A. The evolution of the code during review: an investigation on review changes // Empirical Software Engineering. – 2022. – Vol. 27. – P. 1-49.
8. Huang F., Madeira H. Advancing modern code review effectiveness through human error mechanisms // Journal of Systems and Software. – 2024. – Vol. 214. – P. 1-16.
9. Kudrjavets G., Rastogi A. Does code review speed matter for practitioners? // Empirical Software Engineering. – 2024. – Vol. 29. – P. 1-34.
10. Göçmen I. S., Cezayir A. S., Tüzün E. Enhanced code reviews using pull request-based change impact analysis // Empirical Software Engineering. – 2025. – Vol. 30. – P. 1-44.
11. Vorontsov Yu. A., Kozinets A. V. Web service standards for developing distributed information systems // Age of Quality. – 2015. – No. 3. – P. 55-72.
12. Dvoryak D. A. Comparison of REST and SOAP technologies based on web service development capabilities // Bulletin of Science. – 2024. – Vol. 4. – No. 1 (70). – P. 448-465.
13. Arkabaev N. K., Alymova Z. Zh. Development of web server applications based on .NET Core using the example of an online store // Bulletin of Osh State University. – 2024. – No. 1. – P. 142-154.
14. Mukhtarbekov A. Kh. Selection of software tools for implementing an information support subsystem for generating web application load-testing algorithms // Paradigm. – 2025. – No. 5-2. – P. 170-175.
15. Borovkov V. E., Klyucharyov P. G. Methods for protecting web applications from malicious attacks // Cybersecurity Issues. – 2023. – No. 5 (57). – P. 89-99.
16. Krekhalev V. V. Investigation of web application operation without an event command from an external source (client) // Information Technologies. – 2022. – Vol. 28. – No. 5. – P. 274-280.
17. Manashirov E. S. IIU as a new integral indicator of innovation: expansion of traditional GDP models // Forging and stamping production. Pressure treatment of materials. – 2025.– No. 11. – P. 213-221. – EDN WQOMSL.

Применение интеллектуального анализа данных в управлении виртуальными процессами

Аль Хадж Бара Бибарс
аспирант, Высшая школа производственного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Bibarshajbara@mail.ru,

Харламова Татьяна Львовна
д.э.н., профессор, Высшая школа производственного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Kharlamova_t@list.ru

Авторами рассматривается применение интеллектуального анализа данных с помощью вероятностных моделей, в качестве которых выступают байесовские сети, для управления виртуальной образовательной средой высшего учебного заведения. В статье представлено сопоставление байесовских сетей с альтернативными методами интеллектуального анализа данных, описана архитектура сети, сопряжённая с восьмикомпонентной моделью виртуальной среды, и сформулированы реализуемые управленческие функции, учитывающие специфику виртуального образовательного процесса. По итогам исследования авторами делается вывод о том, что байесовские сети можно рассматривать как аналитический инструмент, соответствующий специфике и требованиям современного периода цифровизации образования. Это обусловливает потенциал их применения в процессе управления виртуальной образовательной средой в условиях частичного доступа к информации и наличии неопределённости, при сохранении прозрачности принимаемых управленческих решений менеджментом образовательной организации.

Ключевые слова: байесовская сеть, виртуальная образовательная среда, управление, образовательная организация, вероятностный вывод, цифровизация образования.

Введение

Проектирование и внедрение виртуальной образовательной среды (ВОС) в образовательный процесс современного университета предполагает принятие управленческих решений в условиях частичной обеспеченности информацией о состоянии технологических, организационно-методических и пользовательских компонентов системы обучения. Эмпирические данные мониторинга платформ виртуальной реальности, телеметрия LMS-систем, результаты опросов готовности преподавателей и студентов поступают разнородными потоками, между которыми существуют сложные причинно-следственные связи [1; 2]. Корректный учёт подобных связей при выработке управленческих решений требует использования аналитического инструмента, способного осуществлять интеллектуальный анализ, объединяя эмпирические данные с экспертными оценками научно-педагогических работников и руководителей подразделений.

Таким инструментом сегодня могут выступать байесовские сети, представляющие собой вероятностные графические модели, в которых направленный ациклический граф формализует условные зависимости между случайными переменными. Применение байесовских сетей в образовательной аналитике обосновано в работах Дж. Перла [2], Д. Хекермана [3], Р. Олмонда и соавторов [4], показавших их пригодность для прогнозирования академической результативности и диагностики причин учебных затруднений. Это, помимо прочего, тесно связано с проблематикой российского образования в новой парадигме технологического развития [5; 6]. Вместе с тем, вопрос о месте байесовских сетей в архитектуре управления виртуальной образовательной средой образовательной организации остаётся слабо проработанным в отечественной литературе, рассматривающей управленческие аспекты в сфере высшего образования.

С учетом этого, статья обосновывает применимость байесовских сетей для управления ВОС и описывает архитектуры сети, сопряжённой с компонентной структурой среды и тремя группами управленческих механизмов, формируемых на технологическом, организационно-управленческом и нормативно-методическом уровнях. Это позволяет рассматривать байесовскую сеть в качестве единого контура управленческого вывода, как интегрированной системы сбора, обработки и анализа данных (свидетельств), поступающих из разнородных источников.

Материалы и методы

Байесовская сеть строится как направленный ациклический граф, вершины которого соответствуют случайным переменным, включая сетевую нагрузку, подготовку преподавателя, сложность виртуального сценария, стабильность платформы и вовлеченность студентов, а дуги отражают условные вероятностные зависимости между ними. Совместное распределение условных вероятностей всех переменных факторизуется через произведение локальных условных распределений, что позволяет компактно представлять модели большой размерности и вычислять апостериорные вероятности при поступлении новых наблюдений [1; 2].

Теоретической основой разработки подобных моделей выступает теорема Т. Байеса, устанавливающая правило пересмотра априорной вероятности гипотезы при появлении свидетельства [7]. Применительно к управлению виртуальной образовательной средой, это правило позволяет корректировать оценку вероятности целевых событий по мере накопления данных мониторинга. Целевыми событиями при этом могут выступать недостаточное освоение дисциплины студенческой группой, отказ платформы виртуальной реальности или низкая готовность преподавателей к работе в иммерсивном формате обучения. Байесовские сетей допускают построение модели как на основе эмпирических данных, так и на основе экспертных оценок, что особенно ценно в случаях отсутствия накопленной статистики по применению виртуальной среды в конкретной образовательной организации пока не накоплена [8].

В образовательном контексте использование байесовских сетей обеспечивает решение четырех классов задач в рамках интеллектуального анализа данных:

- прогнозирование, представляющее собой расчёт вероятности будущего состояния по текущим наблюдениям;
- диагностику, в рамках которой устанавливается наиболее вероятная причина наблюдаемого результата;
- автоматизированное извлечение знаний из накопленных данных учебной аналитики;

- поддержку принятия решений в условиях неустранимой неопределённости [3].

Обоснование выбора байесовских сетей, как инструмента управления ВОС, требует их сопоставления с альтернативными методами интеллектуального анализа данных, применяемыми в высшем образовании. Результаты сопоставления приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сопоставление байесовских сетей с альтернативными методами интеллектуального анализа данных, применительно к задачам управления виртуальной образовательной средой*

Параметр сопоставления	Методы интеллектуального анализа данных			
	Байесовские сети	Нейронные сети (глубокое обучение)	Регрессион-ные модели	Деревья решений
Интерпретируемость для менеджера	высокая: причинно-следствен-ный граф виден непосредственно	низкая: модель работает как «чёрный ящик»	средняя: коэффициенты предикторов поддаются интерпретации	высокая: правила формулируются явно
Требования к объёму данных	умеренные; допустимо построение по экспертным оценкам	высокие; десятки тысяч наблюдений	умеренные при простой структуре	умеренные
Включение экспертных знаний	поддерживается напрямую через структуру графа и таблицы условных вероятностей	опосредован-ное (через выбор архитектуры)	ограниченное	поддерживается через предопределение правил
Причинно-следственная диагностика	поддерживается; модель отделяет причины от следствий	не поддерживается	преимущественно корреляционная	частично поддерживается
Применимость к задачам ВОС	высокая; согласуется со структурой среды	высокая для персонализа-ции, ограниченная для управления	средняя	средняя

** Составлено Аль Хаж Б.Б. на основе материалов открытых источников*

Как показывают данные таблицы 1, имеется превосходство байесовских сетей в трёх характеристиках, критически важных для управленческой практики: интерпретируемость графа причинности, опора на экспертные знания при дефиците статистики и устойчивость вывода в условиях пропусков. Перечисленные свойства обусловливают целесообразность применения байесовских сетей в виртуальной образовательной среде, где экспертная компетенция преподавателей и руководителей подразделений выступает первичным источником знаний, наряду с эмпирическими данными мониторинга.

Таблица 2

Соответствие компонентов виртуальной образовательной среды узлам байесовской сети управления*

Компонент ВОС (по М. Боллу)	Узлы байесовской сети	Состояния узла	Управленческое решение
Аппаратное обеспечение	оснащённость рабочих мест; доступность VR/AR-устройств	низкий / средний / высокий уровень	планирование закупок и распределение оборудования
Сетевая инфраструктура	пропускная способность; задержка передачи; отказоустойчивость	в пределах нормативов / отклонение / критическое отклонение	корректировка сетевой архитектуры и SLA
Вычислительные мощности	загрузка серверов; время рендеринга; доступность облачных ресурсов	достаточная / ограниченная / дефицит	масштабирование облачной инфраструктуры
Виртуальные платформы	удобство интерфейса; стабильность; полнота функционала	удовлетворительно / частично / неудовлетворительно	выбор платформенного решения и план миграции
Инструменты совместимости	соответствие ISO/IEC 23005; интероперабельность с LMS	полное / частичное / отсутствует	закрепление единых стандартов
Контент и цифровые активы	качество учебных материалов; полнота сценариев VR; обновляемость	соответствует / требует доработки / устарело	планирование разработки и обновления контента
Пользовательское поведение	цифровая компетентность; готовность преподавателей; вовлечённость студентов	высокая / средняя / низкая	программы повышения квалификации и поддержки
Целевая переменная	достижение запланированных образовательных результатов	достигнуто / частично / не достигнуто	корректировка управленческих воздействий

** Составлено Аль Хадж Б.Б. на основе материалов открытых источников*

Восьмикомпонентная модель виртуальной среды М. Болла, охватывающая аппаратное обеспечение, сетевую инфраструктуру, вычислительные мощности, виртуальные платформы, инструменты и стандарты совместимости, платёжные системы, контент и активы, пользовательское поведение и сообщества [9], выступает онтологической основой для проектирования байесовской сети управления ВОС. Каждый компонент модели отображается в группу наблюдаемых и латентных переменных, между которыми устанавливаются вероятностные связи. Соответствие между компонентами и узлами сети, а также управленческие решения, поддерживаемые узлами, представлены в таблице 2.

По мнению авторов, описанное соответствие связывает управленческие решения, ранее формулировавшиеся в трёх обособленных группах механизмов, в единую вероятностную модель. Технологические узлы (компоненты 1–5 модели Болла) выступают условиями вывода, организационно-управленческие узлы реализуют функцию медиаторов, а нормативно-методические узлы выполняют роль модераторов вывода, фиксируя пороговые значения состояний. Подобная архитектура согласуется с послойной структурой виртуальной среды, включающей нормативно-методический, организационно-управленческий и технологический слои.

Результаты

Применение байесовских сетей в управлении ВОС реализует четыре управленческие функции, вытекающие из классических функций менеджмента. Это корреспондирует с классическим управленческим циклом при одновременном учете специфики виртуальной среды.

Прогностическая функция реализуется через расчёт апостериорных вероятностей целевых событий, например, вероятности успешного освоения дисциплины студенческой группой или возникновения сбоя на иммерсивной платформе при заданных значениях узлов «учебная нагрузка», «задержка сети», «уровень подготовки преподавателя». Так, в уже упоминавшихся выше работах Р. Олмонда и соавторов установлено, что байесовские сети, обученные на данных учебной аналитики, прогнозируют вероятность отчисления студента с точностью, превышающей результаты регрессионных моделей [4]. В контексте управления образовательной организацией это обеспечивает основу для упреждающего распределения ресурсов: программы тьюторской поддержки направляются в группы, где апостериорная вероятность снижения результативности превышает заданный порог.

Диагностическая функция связана с обратной задачей, а именно с установлением наиболее вероятной причины наблюдаемого ухудшения образовательных результатов или сбоя в работе виртуальной среды. Если в качестве свидетельства зафиксирована высокая доля незавершённых заданий в курсе, развёрнутом на платформе виртуальной реальности, байесовская сеть позволяет рассчитать апостериорные вероятности для конкурирующих гипотез: недостаточная пропускная способность сети, низкое качество учебного сценария, дефицит цифровой компетентности преподавателя или несовместимость аппаратных средств у части обучающихся. такой подход скоординируется с классической иллюстрацией байесовской сети, используемой в учебной литературе как референтный пример рассуждения от наблюдаемого следствия к набору возможных причин [1; 8].

Адаптивная функция реализуется через перерасчёт вероятностных оценок при поступлении новых данных без необходимости полного переобучения модели. Накопление эмпирических наблюдений в LMS-системе и на платформе виртуальной реальности обновляет таблицы условных вероятностей, благодаря чему байесовская сеть развивается по мере функционирования образовательной организации в виртуальной среде. Концепция data-driven management реализуется здесь как управленческое решение, опирающееся на непрерывно обновляемую модель, а не на статичные аналитические отчеты.

Функция поддержки решений в условиях неопределённости отличает байесовские сети от детерминированных правил, когда руководителю предоставляется не единственное предписание, а распределение вероятностей возможных исходов при альтернативных вариантах действий. Это применимо при выборе между расширением сетевой инфраструктуры, разработкой нового VR-сценария или переподготовкой преподавательского состава, поскольку для каждого варианта характерны особые ожидаемые эффекты, относящиеся к отдельным группам пользователей и временным горизонтам. Логика теории решений, дополненной байесовским выводом, позволяет рассчитывать ожидаемую полезность каждого альтернативного решения с учётом всех зафиксированных свидетельств [10].

Применение байесовских сетей в управлении виртуальной образовательной средой обеспечивает преимущества, ценные для управленческой практики: объединение разнородных источников информации в

единой модели, возможность построения модели в условиях дефицита данных за счёт экспертных оценок, интерпретируемость графа причинности, облегчающая обсуждение управленческих решений на уровне руководства структурного подразделения и университета.

Вместе с тем, применение байесовских сетей сопряжено с рядом ограничений. Точность модели зависит от качества определения структуры графа, поскольку ошибочное включение или исключение причинно-следственной связи приводит к смещению апостериорных оценок [2]. Построение таблиц условных вероятностей при большом числе узлов сопряжено с экспоненциальным ростом параметров, что требует применения процедур структурного и параметрического обучения по данным или агрегации экспертных оценок группы преподавателей. Использование сети в управленческом процессе предполагает наличие программного обеспечения, например, GeNIe/SMILE Лаборатории систем принятия решений Питтсбургского университета [11] или открытых библиотек семейства pgmpy для среды Python [12], а также компетенций аналитика, интерпретирующего результаты вывода для управленческих целей. В целом это согласуется с тенденцией внедрения нейронных сетей для поддержки различных управленческих решений, с учетом затратных ограничений [13].

Безусловно, указанные ограничения не ставят под сомнение применимость байесовских сетей, однако требуют поэтапного построения модели, соответствующей практике управления образовательной организацией. На первом этапе целесообразно сформировать упрощенную модель, охватывающую наиболее значимые узлы технологического и организационно-управленческого уровней, с последующим её расширением по мере накопления данных мониторинга в виртуальной среде образовательной организации, что соответствует принципу постепенного накопления свидетельств, лежащему в основе байесовского вывода.

Выводы

Проведённое исследование показывает применимость байесовских сетей как интеллектуального аналитического инструмента для управления виртуальной образовательной средой в условиях частичного доступа к информации и наличии неустранимой неопределённости образовательного процесса, что позволяет решать задачи, где требуется одновременное использование эмпирических данных и экспертных знаний научно-педагогических работников.

Таким образом, проведение интеллектуального анализа данных на основе реализации байесовских сетей в управлении ВОС поддерживает выполнение выделенных управленческих функций (прогностической, диагностической, адаптивной и функции поддержки решений в условиях неопределённости) и обеспечивает методическую основу для разработки специализированных инструментов оценки готовности и цифровой зрелости образовательной организации.

Литература

1. Korb, K. B. Bayesian Artificial Intelligence / K. B. Korb, A. E. Nicholson. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – 491 p.
2. Pearl, J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference [Текст] / J. Pearl. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 1988. – 552 p.
3. Heckerman, D. A Tutorial on Learning with Bayesian Networks / D. Heckerman // Innovations in Bayesian Networks: Theory and Applications / ed. by D. E. Holmes, L. C. Jain. – Berlin: Springer, 2008. – P. 33–82.
4. Almond, R. G. Bayesian Networks in Educational Assessment / R. G. Almond, R. J. Mislevy, L. S. Steinberg, D. Yan, D. M. Williamson. – New York: Springer, 2015. – 666 p.
5. Калинина, О. В. Российское образование в новой парадигме технологического развития / О. В. Калинина, Т. Л. Харламова // Российская экономика и общество: в поисках новой парадигмы: Сборник докладов профессорско-преподавательского состава по материалам XIV Национальной научно-практической конференции Института магистратуры с международным участием, Санкт-Петербург, 10–11 апреля 2025 года. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2025. – С. 64-77.
6. Барыкин, С. Е. Применение искусственного интеллекта в конгрессно-выставочной деятельности высших учебных заведений / С. Е. Барыкин, Д. А. Карпов // Известия Байкальского государственного университета. – 2025. – Т. 35, № 3. – С. 438-445. – DOI 10.17150/2500-2759.2025.35(3).438-445.
7. Bayes, T. An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances / T. Bayes // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1763. – Vol. 53. – P. 370–418.
8. Koller, D. Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques / D. Koller, N. Friedman. – Cambridge, MA: MIT Press, 2009. – 1233 p.
9. Ball, M. The Metaverse and How It Will Revolutionize Everything / M. Ball. – New York: Liveright, 2022. – 352 p.
10. Howard, R. A. Influence Diagrams / R. A. Howard, J. E. Matheson // Decision Analysis. – 2005. – Vol. 2, № 3. – P. 127–143.
11. GeNIe Modeler and SMILE Engine for Graphical Probabilistic Models [Электронный ресурс] / Decision Systems Laboratory, University of Pittsburgh. – Pittsburgh: BayesFusion, 2024. – Режим доступа: https://www.bayesfusion.com/, свободный (дата обращения: 02.05.2026).
12. Ankan, A. pgmpy: Probabilistic Graphical Models using Python / A. Ankan, A. Panda // Proceedings of the 14th Python in Science Conference (SciPy 2015). – Austin, TX: SciPy, 2015. – P. 6–11.
13. Bayes Networks Implemented for the Analysis of the Usability of Customer Journey / Al Haj Bara Bibars, Ababkova M.U., [et al.] // Proceeding of the 2023 conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2023 ElConRUS) – 2024 – Vol. 2, P1639-1642.

Application of data mining in virtual process management

Al Haj Bara Bibars, Kharlamova T.L.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The authors consider the use of data mining using probabilistic models, which are Bayesian networks, to manage the virtual educational environment of a higher educational institution. he article presents a comparison of Bayesian networks with alternative methods of data mining, describes the architecture of the network associated with an eight-component model of the virtual environment, and formulates the implemented management functions that take into account the specifics of the virtual educational process. Based on the results of the study, the authors conclude that Bayesian networks can be considered as an analytical tool that meets the specifics and requirements of the modern period of digitalization of education. This determines the potential for their use in the process of managing a virtual educational environment in conditions of partial access to information and the presence of uncertainty, while maintaining the transparency of management decisions made by the management of an educational organization.

Keywords: Bayesian network, virtual educational environment, management, educational institution, probabilistic inference, digitalization of education.

References

1. Korb, K. B. Bayesian Artificial Intelligence / K. B. Korb, A. E. Nicholson. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2010. – 491 p.
2. Pearl, J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference / J. Pearl. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 1988. – 552 p.
3. Heckerman, D. A Tutorial on Learning with Bayesian Networks / D. Heckerman // Innovations in Bayesian Networks: Theory and Applications / ed. by D. E. Holmes, L. C. Jain. – Berlin: Springer, 2008. – P. 33–82.
4. Almond, R. G. Bayesian Networks in Educational Assessment / R. G. Almond, R. J. Mislevy, L. S. Steinberg, D. Yan, D. M. Williamson. – New York: Springer, 2015. – 666 p.
5. Kalinina, O. V. Rossijskoe obrazovanie v novoj paradigme tekhnologi-cheskogo razvitiya / O. V. Kalinina, T. L. Harlamova // Rossijskaya ekonomika i obshche-stvo: v poiskah novoj paradigmy: Sbornik dokladov professorsko-prepodavatel'skogo sostava po materialam XIV Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii Instituta magistratury s mezhdunarodnym uchastiem, Sankt-Peterburg, 10–11 aprelya 2025 goda. – SPb.: Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj ekonomiche-skij universitet, 2025. – S. 64-77.
6. Barykin, S. E. Primenenie iskusstvennogo intellekta v kongressno-vystavochnoj deyatel'nosti vysshih uchebnyh zavedenij / S. E. Barykin, D. A. Karpov // Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2025. – T. 35, № 3. – S. 438-445. – DOI 10.17150/2500-2759.2025.35(3).438-445.
7. Bayes, T. An Essay towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances / T. Bayes // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1763. – Vol. 53. – P. 370–418.
8. Koller, D. Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques / D. Koller, N. Friedman. – Cambridge, MA: MIT Press, 2009. – 1233 p.
9. Ball, M. The Metaverse and How It Will Revolutionize Everything / M. Ball. – New York: Liveright, 2022. – 352 p.
10. Howard, R. A. Influence Diagrams / R. A. Howard, J. E. Matheson // Decision Analysis. – 2005. – Vol. 2, № 3. – P. 127–143.
11. GeNIe Modeler and SMILE Engine for Graphical Probabilistic Models / Decision Systems Laboratory, University of Pittsburgh. – Pittsburgh: BayesFusion, 2024. – https://www.bayesfusion.com/ (date of access: 02.05.2026).
12. Ankan, A. pgmpy: Probabilistic Graphical Models using Python / A. Ankan, A. Panda // Proceedings of the 14th Python in Science Conference (SciPy 2015). – Austin, TX: SciPy, 2015. – P. 6–11.
13. Bayes Networks Implemented for the Analysis of the Usability of Customer Journey / Al Haj Bara Bibars, Ababkova M.U., [et al.] // Proceeding of the 2023 conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2023 ElConRUS) – 2024 – Vol. 2, P1639-1642.

Эконометрическое моделирование зависимости социально-экономического развития прибрежных регионов от эффективности освоения морских ресурсов

Чэнь Хаотянь
аспирант, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 15653727676@163.com

В статье представлены результаты эконометрического моделирования зависимости социально-экономического развития прибрежных регионов от эффективности освоения морских ресурсов. На основе системного анализа и синтеза теоретических подходов обоснована система индикаторов несущей способности морских ресурсов и уровня экономического развития. С применением моделей TOPSIS, сопряжённости и координации, а также пространственной эконометрики (SAR, SEM, SDM, GSPRE) и векторной авторегрессии выявлены разнонаправленные тенденции динамики ресурсного и экономического блоков для прибрежных районов Китая и России. Установлено, что взаимосвязь носит нелинейный и асинхронный характер с переходом от относительного избытка ресурсного потенциала к его дефициту. Интенсивность освоения морских ресурсов возрастает под влиянием отраслевой структуры и квалифицированных кадров, тогда как открытость внешнему миру и прямая государственная поддержка без чётких критериев эффективности дают отрицательный эффект. Пространственные модели подтвердили наличие спилловер-эффектов инновационной активности и транспортной связности. Сформулированы рекомендации по дифференцированной региональной политике с учётом центро-периферийной стратификации и интеграции подходов морского пространственного планирования.

Ключевые слова: эконометрическое моделирование, прибрежные регионы, морские ресурсы, несущая способность, сопряжённость, пространственная эконометрика, интенсивность освоения, региональное развитие.

Введение

В условиях нарастающего дефицита наземных природных ресурсов, усиления геополитической конкуренции за океанские пространства и активизации морехозяйственной деятельности проблема количественной оценки влияния эффективности освоения морских ресурсов на социально-экономическое развитие прибрежных регионов приобретает приоритетное научное и прикладное значение. Прибрежные территории, рассматриваемые в качестве сложных акватерриториальных систем [2, с. 6], характеризуются специфической структурой природопользования, высокой концентрацией населения и хозяйственной активности, а также повышенной уязвимостью к внешним воздействиям, включая климатические изменения, антропогенную нагрузку и геополитические ограничения [1, с. 264]. Вместе с тем в научной литературе сохраняется дискуссионный характер подходов к оценке степени согласованности между динамикой освоения морского ресурсного потенциала и траекториями регионального экономического роста. Данное обстоятельство обусловливает актуальность разработки эконометрического инструментария для выявления и верификации соответствующих зависимостей [20, с. 301].

Цель исследования заключается в построении эконометрических моделей для количественной оценки влияния эффективности использования морских ресурсов на социально-экономическое развитие прибрежных регионов и в выявлении модифицирующих данное влияние пространственных и институциональных факторов. Достижение поставленной цели предполагает обоснование системы индикаторов несущей способности морских ресурсов и уровня экономического развития, разработку методического подхода к оценке сопряжённости между ресурсным и экономическим блоками с применением моделей TOPSIS и пространственной эконометрики, идентификацию пространственно-временных закономерностей эволюции интенсивности освоения морских ресурсов, анализ влияния институциональных и инфраструктурных факторов (транспортной связности, предпринимательской активности, образовательного потенциала и социального неравенства) на инновационную динамику приморских регионов, а также формулирование рекомендаций по совершенствованию региональной политики в области рационального использования морских ресурсов с учётом центро-периферийной стратификации и геополитического контекста [11, с. 152].

Методология исследования

Для решения поставленных задач в работе применяется комплекс методов, включающий аналитическую иерархию и энтропийный метод для определения весов показателей, модель TOPSIS для интегральной оценки несущей способности и уровня экономического развития, модели сопряжённости и координации сопряжённости для количественной характеристики взаимодействия ресурсной и экономической подсистем, а также инструментарий пространственной эконометрики, включая модели SAR, SEM, SDM и GSPRE, для учёта пространственной автокорреляции и эффектов перелива между регионами [18, с. 166]. Дополнительно применяется модель векторной авторегрессии с обобщённой импульсной функцией реагирования для анализа динамической реакции роста морской экономики на изменения в освоении ресурсов [4]. Эмпирическая база исследования включает данные Росстата, ЕМИСС, Федеральной таможенной службы России, а также статистические ежегодники морского хозяйства Китая за период 2002–2024 годов в зависимости от доступности временных рядов.

Весовые коэффициенты показателей рассчитываются путём комбинирования субъективных оценок, получаемых методом аналитической иерархии, и объективных информационных энтропий, что позволяет минимизировать влияние произвольных допущений. Итоговый комплексный индекс для каждой подсистемы получается как взвешенная сумма стандартизованных значений показателей. Степень сопряжённости C определяется по формуле:

$$C = \frac{2\sqrt{f(a) \cdot f(b)}}{f(a) + f(b)}$$

где f(a) и f(b) соответственно представляют индексы несущей способности морских ресурсов и уровня экономического развития.

Координация сопряжённости D вычисляется по формуле:

$$D = \sqrt{C \cdot T}$$

где T представляет комплексный оценочный коэффициент, рассчитываемый как:

$$T = \alpha f(a) + \beta f(b)$$

причём α и β принимаются равными 0,5 в предположении равнозначности обоих блоков [8; 7].

Классификация уровней сопряжённости и типов координации осуществляется по шкале, предложенной в исследованиях для прибрежных районов Китая [8; 7; 6].

Пространственные эконометрические модели строятся на панельных данных с использованием матрицы обратных географических расстояний между административными центрами регионов. Выбор наилучшей спецификации осуществляется на основе информационных критериев Акаике и Шварца, а также тестов на пространственную автокорреляцию, включая индекс Морана. Для модели SDM проводится декомпозиция эффектов на прямые внутрирегиональные эффекты, косвенные эффекты перелива и общие эффекты. Применяемые методы соответствуют современным стандартам регионального анализа и апробированы в работах [17; 15; 4].

Оценка несущей способности морских ресурсов и уровня экономического развития

Для прибрежных районов провинции Хэбэй за период 2009–2018 годов рассчитан индекс несущей способности морских ресурсов и окружающей среды на основе восемнадцати показателей, сгруппированных по блокам состояния морских ресурсов и морской среды. Параллельно вычислен индекс уровня экономического развития по двенадцати показателям, отражающим экономическую мощь, отраслевую структуру, инновационное развитие и уровень жизни населения [8]. Данные свидетельствуют о разнонаправленной динамике: при устойчивом повышении экономического индекса с 0,21 до 0,46 индекс несущей способности демонстрировал волнообразное снижение с 0,45 до 0,32 с последующим восстановлением после 2016 года. В первые годы исследуемого периода регион развивался в рамках экстенсивной хозяйственной модели, что выражалось в увеличении объёмов промышленного производства, росте сбросов загрязняющих веществ, сокращении площади естественных береговых линий и ухудшении качества морских вод. После 2016 года введён комплекс природоохранных ограничений, эффективность которых подтверждается увеличением доли инвестиций в охрану окружающей среды и ростом числа проектов по очистке сточных вод [8, с. 62].

При анализе одиннадцати прибрежных провинций Китая за период 2002–2013 годов выявлены сходные тенденции. Индекс использования морских ресурсов увеличился с 0,4158 до 0,6107, тогда как индекс экономического развития отличался нестабильной, но в целом повышательной динамикой с максимумом в 2010 году и последующим спадом [7, с. 18]. Данная динамика указывает на несинхронность процессов освоения ресурсов и получения экономических выгод. В пространственном разрезе наиболее высокие показатели несущей способности зафиксированы в южных провинциях (Хайнань и Гуанси), тогда как северные регионы (Тяньцзинь и Хэбэй) отличаются пониженными значениями вследствие более интенсивной антропогенной нагрузки [16, с. 89]. Уровень экономического развития выше в северо-восточных и восточных провинциях, что отражает исторически сложившуюся промышленную специализацию и концентрацию портовых мощностей [7, с. 18].

Анализ сопряжённости и координации между подсистемами

Расчёт степени сопряжённости C и координации сопряжённости D позволил количественно охарактеризовать взаимосвязь между рассматриваемыми подсистемами. Для провинции Хэбэй в 2009–2018 годах значения C колебались в интервале 0,45–0,55, что классифицируется как антагонистическая стадия, то есть взаимодействие между подсистемами существует, но не достигает уровня взаимного усиления [8, с. 63]. Кривая изменения C имела перевёрнутую U-образную форму. Рост до 2012 года сменялся снижением и незначительным подъёмом к концу периода. Значения D находились в диапазоне 0,45–0,55, что соответствует слабо дезорганизованному развитию либо низкому уровню согласованного развития. В 2009–2012 годах тип координации определялся как отставание экономического развития, поскольку отношение f(a) к f(b) превышало 1,2. В 2013–2014 годах наступила фаза синхронного типа, а в 2015–2018 годах зафиксировано отставание несущей способности морских ресурсов и окружающей среды, когда указанное отношение опускалось ниже 0,8 [8, с. 64]. Подобная динамика соотношения между рассматриваемыми подсистемами отражает переход ресурсного потенциала из состояния относительного избытка в состояние дефицита по сравнению с темпами экономического роста, что в долгосрочной перспективе создаёт риски для устойчивости регионального развития.

Для одиннадцати прибрежных регионов Китая за период 2002–2013 годов значения C варьировались в интервале 0,95–0,99, что превышает соответствующие показатели для провинции Хэбэй и обусловлено использованием агрегированных данных на макроуровне, при котором индивидуальные региональные особенности сглаживаются. Значения D за тот же период составили 0,60–0,77 и не вышли за пределы интервала, соответствующего начальной и средней стадиям скоординированного развития. Данное расхождение между динамикой C и D свидетельствует о сохраняющемся разрыве между фактическим уровнем эксплуатации ресурсов и результативной отдачей от их использования в экономике [7, с. 19]. В пространственном срезе 2013 года выделены две основные зоны. Зона слабой несбалансированности охватывает Ляонин, Чжэцзян, Фуцзянь, Шаньдун, Гуандун и Хайнань со значениями D в пределах 0,5–0,6. Зона средней несбалансированности включает Тяньцзинь, Хэбэй, Шанхай, Цзянсу и Гуанси со значениями D в пределах 0,4–0,5 [7, с. 20]. В провинциях с высокой долей обрабатывающей промышленности и портовой инфраструктуры, в частности в Тяньцзине и Шанхае, наблюдалось превышение экономического индекса над ресурсным, что классифицируется как ущерб ресурсной среде. В провинциях с богатым природным потенциалом, но слабой хозяйственной освоенностью, включая Гуанси и Хайнань, имел место ущерб экономическому развитию, то есть ресурсы не давали должного экономического эффекта.

Интенсивность освоения морских ресурсов и факторы её дифференциации

Систематизация показателей по пяти категориям ресурсов позволила построить модель оценки интенсивности освоения для одиннадцати прибрежных провинций Китая в 2002–2015 годах [5]. Общий индекс интенсивности возрос с 0,199 до 0,370. Трансформация кривой плотности ядра из островершинной симметричной в широковершинную с длинным хвостом указывает на усиление региональной поляризации. Количество провинций с высокой интенсивностью увеличилось с нуля до двух (Тяньцзинь и Хэбэй), тогда как число провинций с низкой интенсивностью сократилось с восьми до трёх [5, с. 1657]. Наиболее высокая интенсивность освоения пространственных ресурсов (акваторий и береговой линии) характерна для Тяньцзиня, Хэбэя, Цзянсу и Шанхая, что связано с масштабными проектами намыва территорий и строительства портовой инфраструктуры. Освоение минеральных ресурсов, прежде всего нефти и газа, значительно выше в Тяньцзине и Хэбэе, тогда как Шанхай и Гуанси не ведут добычи. Интенсивность освоения морских химических ресурсов (солепроизводство) оказалась высокой во всех провинциях за исключением Шанхая, что объясняется традиционной специализацией прибрежных районов. Аквакультура наиболее интенсивно развита в южных провинциях (Фуцзянь, Гуандун, Гуанси и Хайнань), тогда как прибрежный вылов доминирует в северных провинциях (Хэбэй, Шаньдун, Цзянсу, Чжэцзян и Фуцзянь). Освоение туристических ресурсов отличается высокими темпами роста в Тяньцзине, Хэбэе, Шанхае и Цзянсу, но остаётся крайне низким в Фуцзяни, Гуандуне и Хайнане из-за ограничений, связанных с охраной биоразнообразия [5, с. 1658–1659].

В ходе регрессионного анализа на панельных данных с фиксированными эффектами получены оценки вклада различных факторов в интенсивность освоения морских ресурсов. Наиболее существенное положительное влияние принадлежит уровню отраслевой структуры (коэффициент 0,838), что подтверждает определяющую роль перехода от первичных видов деятельности к обрабатывающим и сервисным отраслям в процессах углубления освоения ресурсного потенциала. Сопоставимой по значимости положительной динамикой характеризуется уровень научных кадров (коэффициент 109,764), что акцентирует критическую зависимость эффективности освоения от качества человеческого капитала для внедрения инновационных технологий добычи и переработки [14, с. 7]. Уровень экономического развития обнаруживает умеренное положительное влияние (коэффициент 0,047), тогда как влияние социальных инвестиций оказывается крайне ограниченным (коэффициент $2{,}28\times10^{-6}$), что позволяет предположить недостаточную эффективность капиталовложений в отсутствие системных структурных преобразований.

Взаимосвязь освоения ресурсов и роста морской экономики

Применение модели векторной авторегрессии с обобщённой импульсной функцией реагирования позволило количественно оценить реакцию валового океанического продукта на изменения комплексного индекса освоения морских ресурсов в каждой из одиннадцати провинций [4, с. 121]. Установлено, что во всех регионах существует долгосрочная коинтеграционная связь между переменными, однако характер реагирования существенно различается. Выделены два типа реагирования. Во-

латильный тип, характерный для Тяньцзиня, Ляонина, Чжэцзяна, Шаньдуна, Гуанси и Хайнаня, отличается знакопеременными колебаниями реакции с максимумами на втором и третьем лагах. Гладкий тип, присущий Хэбэю, Шанхаю, Цзянсу, Фуцзяни и Гуандуну, характеризуется монотонной и быстро затухающей реакцией [4, с. 122–123]. В провинциях с высоким уровнем развития морской экономики, к числу которых относятся Гуандун и Шаньдун, интенсивность реагирования роста на изменение параметров освоения ресурсов была невысокой (от 0,001 до 0,041), что позволяет говорить о преобладании интенсивных факторов развития, включая технологический прогресс, квалификацию трудовых ресурсов и качество институциональной среды. В провинциях с низким уровнем развития, прежде всего в Гуанси и Хайнане, указанный показатель достигал значений 0,151–0,340, что свидетельствует об экстенсивной модели экономического роста и высокой ресурсоёмкости производства [4, с. 124]. Пространственное распределение степени реагирования обнаруживает отчетливо выраженную закономерность, известную как эффект Матфея: по мере удаления от полюсов минимальных значений, зафиксированных в Шаньдуне и Гуандуне, в северном и южном направлениях фиксируется последовательное возрастание показателя. Выявленная закономерность согласуется с теоретическими представлениями о конвергенции и дивергенции регионального развития и обусловливает необходимость применения дифференцированных подходов в региональной политике. Для регионов-лидеров приоритетными направлениями выступают стимулирование инновационной активности и повышение добавленной стоимости производимой продукции, тогда как для отстающих территорий на первый план выходит задача создания базовой инфраструктуры и институциональных условий, позволяющих снизить зависимость экономики от ресурсного фактора [4, с. 125].

Анализ комплексной эффективности освоения морских ресурсов и её региональной дифференциации

За период 2002–2013 годов в одиннадцати прибрежных провинциях Китая интегральный показатель комплексной эффективности освоения морских ресурсов, рассчитанный на основе четырёх компонентов (ресурсной, экономической, социальной и экологической эффективности), увеличился с 0,2927 до 0,4163 при среднегодовом темпе прироста 3,25%. При этом межрегиональная вариация значений оставалась существенной, что свидетельствует о сохранении значительных пространственных диспропорций в эффективности использования ресурсного потенциала [6, с. 48]. Наиболее высокие темпы роста зафиксированы в Шанхае, Тяньцзине, Шаньдуне и Гуандуне, что коррелирует с объёмами инвестиций в портовую и перерабатывающую инфраструктуру. Разложение эффективности по компонентам показало, что экономическая эффективность росла быстрее с темпом 7,83 процента в год, чем экологическая с темпом 0,84 процента и социальная с темпом 2,8 процента, что указывает на дисбаланс между получением экономических выгод и поддержанием экологического равновесия [6, с. 49]. В пространственном отношении с помощью локального индекса Морана выделены четыре типа кластеризации. Первый тип H-H, характеризующийся высокой эффективностью в окружении высокоэффективных регионов, представлен Шанхаем, Цзянсу и Чжэцзяном. Второй тип L-L, отличающийся низкой эффективностью в окружении низкоэффективных регионов, включает только Ляонин. Третий тип H-L, демонстрирующий высокую эффективность в окружении низкоэффективных регионов и относящийся к дисперсному типу, охватывает Тяньцзинь, Гуандун и Шаньдун. Четвёртый тип L-H, характеризующийся низкой эффективностью в окружении высокоэффективных регионов, включает Хэбэй, Фуцзянь, Гуанси и Хайнань [6, с. 50]. Данная типология служит основанием для адресных управленческих решений. Регионы типа H-H должны укреплять кооперационные связи и распространять лучшие практики [13, с. 55]. Регионы L-L нуждаются в первоочередных инвестициях в базовые институты. Для регионов H-L важно стимулировать перетоки знаний и технологий в соседние территории [9, с. 36]. Для регионов L-H необходимо использовать эффекты перелива за счёт улучшения транспортной связанности и информационной открытости.

Институциональные факторы инновационного развития

Эконометрическое моделирование на панельных данных по 83 регионам России за 2017–2023 годы выявило значимые пространственные зависимости [15, с. 762]. Модель SDM с фиксированными эффектами показала наилучшую объяснительную способность. Коэффициент пространственной автокорреляции ρ=0,775 положителен и значим, что свидетельствует о спилловер-эффектах инновационной активности [15, с. 767]. Прямые эффекты для промышленного производства (0,108) и образовательного потенциала (0,044) положительны и статистически значимы, тогда как социальное неравенство (коэффициент Джини, -151,8) и безработица (-1,53) оказывают негативное прямое влияние, интерпретируемое как церемониальные барьеры [15, с. 770]. Косвенные эффекты для этих переменных незначимы, что указывает на отсутствие перелива негативных последствий между регионами. Полученные результаты подчёркивают необходимость усиления инструментальной компоненты институциональной среды [12, с. 583].

Роль транспортной связности и морского пространственного планирования

Оценка влияния автотранспортной связности на экономический рост регионов России в 2014–2022 годах проведена с использованием пространственных регрессионных моделей SAR, SEM, SDM и GSPRE [17, с. 97]. Наилучшую объяснительную способность продемонстрировала модель SDM, подтвердившая наличие положительного пространственного лага по подушевому валовому региональному продукту. Прямые эффекты показали положительное влияние плотности автомобильных дорог и количества легковых автомобилей на внутрирегиональный ВРП, а косвенные эффекты для плотности дорог оказались значимыми, что отражает перелив экономической активности через улучшение межрегиональной доступности [17, с. 100]. Вместе с тем отрицательный косвенный эффект доли сельских населённых пунктов, имеющих связь с сетью дорог с твёрдым покрытием, указывает на возможный отток трудовых ресурсов в более развитые центры. Для приморских регионов особое значение имеет интеграция подходов морского пространственного планирования и комплексного управления прибрежными зонами [11; 2], что особенно актуально в условиях Арктической зоны России, где хозяйственное освоение территории носит очаговый характер из-за удалённости от основных потребителей и труднодоступности эксплуатации природных ресурсов, а прибрежные поселения испытывают устойчивый миграционный отток населения [19, с. 110–111]. Предложено сочетание индикативного зонирования ареалов морского пространственного планирования с учётом экологической ёмкости акваторий и центро-периферийной стратификации. Для центральных агломерированных ареалов применяется более дробное и институционально насыщенное зонирование, тогда как для периферийных ареалов используются упрощённые процедуры с акцентом на сохранение экосистемных функций [11, с. 157]. Практическая имплементация такого подхода требует совершенствования законодательной базы, разграничения полномочий между федеральным, региональным и муниципальным уровнями, а также создания информационно-аналитических систем кадастра морских берегов [10, с. 194]. Разработка ГИС «Береговые эко-социо-экономические системы Арктической зоны Российской Федерации» представляет собой пример такого инструмента, позволяющего проводить мониторинг устойчивости прибрежных территорий по трём уровням управления, включая федеральный, региональный и локальный уровни, с учётом экономических, социальных, экологических и политико-географических факторов [10, с. 198].

Особенности освоения ресурсов морского культурного туризма

В исследовании освоения ресурсов морского культурного туризма провинции Ляонин за 2016–2022 годы на основе метода энтропии и аналитической иерархии были определены весовые коэффициенты факторов, влияющих на уровень развития туристической инфраструктуры [3, с. 452]. Наибольший вес получил пассажиропоток водного транспорта со значением 0,1394, что отражает специфику островного и прибрежного туризма, где морской транспорт является критическим звеном доступности. Численность занятых на предприятиях общественного питания заняла второе место с весом 0,1312, подтверждая важность кадрового обеспечения для качества обслуживания [3, с. 453]. Оценка уровня инклюзивности городов выявила лидерство Шэньяна и Даляня, что обусловлено высокой бюджетной обеспеченностью, развитой инфраструктурой и лучшими экологическими показателями. Для городов среднего и низкого уровней, включая Хулудао, Даньдун и Цзиньчжоу, основной проблемой является недостаточная мощность очистных сооружений и низкий объём обезвреживания бытовых отходов, что снижает туристическую привлекательность и создаёт угрозы для прибрежных экосистем [3, с. 455]. Рекомендованные меры включают усиление межрегиональной кооперации, разработку интегрированных туристических маршрутов, повышение экологической осведомлённости населения и внедрение механизмов государственно-частного партнёрства для модернизации инфраструктуры. Данный результат показывает, что рекреационный компонент освоения морских ресурсов требует не меньшего внимания, чем промышленный, поскольку он обеспечивает мультипликативные эффекты в смежных отраслях и способствует диверсификации экономической структуры прибрежных территорий, снижая зависимость от сырьевого экспорта [1, с. 272].

Заключение

В ходе исследования установлена нелинейная и асинхронная зависимость между несущей способностью морских ресурсов и уровнем экономического развития прибрежных территорий, что подтверждается антагонистической стадией сопряжённости при низких значениях координации (0,45–0,55). Временная динамика типов координации отражает переход от относительного ресурсного избытка к дефициту относительно темпов экономического роста, что актуализирует пересмотр хозяйственных моделей в сторону повышения ресурсоэффективности. В Китае за 2002–2015 годы интенсивность освоения морских ресурсов возросла на 86% при усилении региональной поляризации и преобладании экстенсивных подходов к использованию пространственных и минеральных ресурсов. Драйверами роста выступают отраслевая структура и квалификация кадров, тогда как открытость внешним рынкам и прямое субсидирование без формализованных критериев эффективности оказывают сдерживающее воздействие.

Результаты динамического анализа свидетельствуют о долгосрочной коинтеграции между освоением ресурсов и ростом морской экономики при варьировании эластичности реагирования от низкой в развитых провинциях до высокой в отстающих, что интерпретируется как эффект Матфея и обосновывает дифференцированные подходы в региональной политике. Пространственные модели для регионов России выявили положительные спилловер-эффекты инноваций и транспортной связности при негативном прямом влиянии институциональных барьеров, не распространяющемся на соседние территории, что открывает перспективы для локальных институциональных преобразований. Интеграция морского пространственного планирования и комплексного управления прибрежными зонами, а также формирование систем кадастрового учёта морских берегов признаны необходимыми условиями сбалансированного развития приморских регионов, тогда как рекреационный потенциал морских ресурсов остаётся недостаточно востребованным. Перспективные направления исследований включают совершенствование методик оценки экологической составляющей, учёт климатических и геополитических факторов, а также переход к локальному уровню анализа для повышения точности управленческих решений.

Литература

1. Аландаренко Е.А. и др. Социально-экономические издержки развития территориальных систем в условиях изменения уровня Каспийского моря // Исследования молодых географов: сборник статей участников зимних студенческих экспедиций. – 2025. – С. 262-278.
2. Бакланов П.Я. Устойчивое развитие приморских регионов: географические и геополитические факторы и ограничения // Балтийский регион. – 2022. – Т. 14, № 1. – С. 4-16.
3. Ван Голи, Чан Юйцзя. Исследование освоения и использования ресурсов морского культурного туризма и влияющих факторов: на примере провинции Ляонин // Журнал Ляонинского педагогического университета (Естественнонаучная серия). – 2025. – Т. 48, № 4. – С. 449-456.
4. Ван Цзэюй, Лу Хань, Сунь Цайчжи. Взаимосвязь между освоением морских ресурсов и ростом морской экономики в Китае // Экономическая география. – 2017. – Т. 37, № 11. – С. 117-126.
5. Ван Цзэюй, Цао Кунь, Сюй Цзин, Лу Хань. Анализ пространственно-временной эволюции и факторов влияния интенсивности освоения морских ресурсов Китая // Развитие ресурсов и рынок. – 2018. – Т. 34, № 12. – С. 1655-1661, 1692.
6. Ван Цзя, Шэнь Синь, Ян Кунь, Ван Хуэй. Оценка комплексной эффективности освоения морских ресурсов Китая и её пространственный корреляционный анализ // Журнал Циндаоского университета науки и технологий (Социальные науки). – 2016. – Т. 32, № 2. – С. 45-51.
7. Ван Цзя, Ян Кунь, Ван Хуэй, Чэнь Синь. Пространственно-временное исследование взаимосвязи использования морских ресурсов и экономического развития в прибрежных районах Китая // Журнал Гуандунского океанологического университета. – 2016. – Т. 36, № 5. – С. 15-22.
8. Ван Чжифан, Ли Тин, Гао Вэймин. Анализ взаимосвязи между несущей способностью морских ресурсов и окружающей среды и уровнем экономического развития в прибрежных районах провинции Хэбэй // Бюллетень океанологии и лимнологии. – 2021. – Т. 43, № 6. – С. 58-65.
9. Волошенко К.Ю. Экономическая безопасность как фактор экономического развития российского эксклава в национальных интересах // Baltic Region. – 2024. – Т. 16, № 4. – С. 31-50.
10. Гогоберидзе Г.Г. и др. Кадастр морских берегов России: заделы, проблемы, перспективы // Океанологические исследования. – 2024. – Т. 52, № 2. – С. 183-205.
11. Дружинин А.Г., Гонтарь Н.В. Учет принципов морского пространственного планирования в управлении центро-периферийными структурами: концептуальные подходы // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. – 2022. – № 4. – С. 151-159.
12. Дусаева Е.М. Научно-технологическое развитие регионов Арктической зоны Российской Федерации для промышленного рыболовства // Пространство науки. – 2025. – Т. 2, № 3. – С. 574-597.
13. Коновалова К.Ю. Оценка и способы преодоления регионального неравенства в новой экономической реальности // Муниципалитет: экономика и управление. – 2022. – № 4(41). – С. 53-63.
14. Лукьянова А.А., Аврамчикова Н.Т., Иванов Д.С. Подходы к оценке влияния эффективности использования природных ресурсов на развитие региональной экономической системы // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 25.
15. Маслюкова Е.В., Вольчик В.В. Эконометрическое моделирование пространственного инновационного развития в контексте институциональных факторов // Russian Journal of Economics and Law. – 2025. – Т. 19, № 4. – С. 754-774.
16. Морошкина М.В. Развитие прибрежных городов Арктической зоны (на примере Карельской Арктики и Архангельской области) // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2023. – № 4. – С. 84-103.
17. Патракова С.С. Влияние автотранспортной связности на экономический рост регионов: эконометрическое моделирование // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 89-105.
18. Сорокин П.С. К вопросу оценки пространственного сочетания природопользователей в прибрежно-морской зоне // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социальноэкономические структуры. – 2023. – С. 164-170.
19. Торцев А.М. Освоение природных ресурсов и социально-экономическое развитие прибрежных территорий Архангельской области // Арктика: экология и экономика. – 2020. – № 2. – С. 109-121.
20. Хаотянь Ч. Дифференцированный подход к анализу влияния эффективности использования морских ресурсов на социально-экономическое развитие прибрежных территорий // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2026. – № 3. – С. 300-305.
21. Цыганов А.С. Влияние особенностей северо-западной части Черного моря на развитие морской деятельности в регионе // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2023. – № 2. – С. 95-100.

Econometric Modeling of the Dependence of Socio-Economic Development of Coastal Regions on the Efficiency of Marine Resource Development

Chen Haotian

Lomonosov Moscow State University

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article presents the results of econometric modeling of the dependence of socio-economic development of coastal regions on the efficiency of marine resource development. Based on systematic analysis and synthesis of theoretical approaches, a system of indicators for the carrying capacity of marine resources and the level of economic development is substantiated. Using TOPSIS models, coupling and coordination models, as well as spatial econometrics (SAR, SEM, SDM, GSPRE) and vector autoregression, multidirectional trends in the dynamics of resource and economic blocks for coastal regions of China and Russia are revealed. It is established that the relationship is nonlinear and asynchronous in nature with a transition from relative excess of resource potential to its deficit. The intensity of marine resource development increases under the influence of industrial structure and qualified personnel, while openness to the external environment and direct state support without clear efficiency criteria produce a negative effect. Spatial models confirmed the presence of spillover effects of innovation activity and transport connectivity. Recommendations for differentiated regional policy are formulated taking into account center-peripheral stratification and integration of marine spatial planning approaches.

Keywords: econometric modeling, coastal regions, marine resources, carrying capacity, coupling, spatial econometrics, development intensity, regional development.

References

1. Alandarenko, E. A., et al. Socio-economic costs of the development of territorial systems under the conditions of changes in the Caspian Sea level // Studies of Young Geographers: Collection of Articles from Winter Student Expeditions. – 2025. – pp. 262-278.
2. Baklanov, P. Ya. Sustainable development of coastal regions: geographic and geopolitical factors and limitations // Baltic Region. – 2022. – Vol. 14, No. 1. – pp. 4-16.
3. Wang Goli, Chang Yuijia. Research on the development and use of marine cultural tourism resources and influencing factors: the case of Liaoning Province // Journal of Liaoning Normal University (Natural Science Edition). – 2025. – Vol. 48, No. 4. – pp. 449-456.
4. Wang Zeyu, Lu Han, Sun Caizhi. Relationship between marine resource development and the growth of the marine economy in China // Economic Geography. – 2017. – Vol. 37, No. 11. – pp. 117-126.
5. Wang Zeyu, Cao Kun, Xu Jing, Lu Han. Analysis of spatial-temporal evolution and influencing factors of intensity of marine resource development in China // Resource Development and Market. – 2018. – Vol. 34, No. 12. – pp. 1655-1661, 1692.

6. Wang Jia, Shen Xin, Yang Kun, Wang Hui. Assessment of the comprehensive efficiency of marine resource development in China and its spatial correlation analysis // Journal of Qingdao University of Science and Technology (Social Sciences). – 2016. – Vol. 32, No. 2. – pp. 45-51.
7. Wang Jia, Yang Kun, Wang Hui, Chen Xin. Spatial-temporal study of the relationship between the use of marine resources and economic development in the coastal areas of China // Journal of Guangdong Ocean University. – 2016. – Vol. 36, No. 5. – pp. 15-22.
8. Wang Zhifan, Li Ting, Gao Weimin. Analysis of the relationship between the carrying capacity of marine resources, the environment, and the level of economic development in the coastal areas of Hebei Province // Bulletin of Oceanology and Limnology. – 2021. – Vol. 43, No. 6. – pp. 58-65.
9. Voloshenko, K. Yu. Economic security as a factor in the economic development of the Russian exclave in national interests // Baltic Region. – 2024. – Vol. 16, No. 4. – pp. 31-50.
10. Gogoberidze, G. G., et al. Cadastre of the Russian seacoasts: groundwork, problems, perspectives // Oceanological Studies. – 2024. – Vol. 52, No. 2. – pp. 183-205.
11. Druzhinin, A. G., Gontar, N. V. Taking into account the principles of maritime spatial planning in the management of center-peripheral structures: conceptual approaches // State and Municipal Administration. Scientific Notes. – 2022. – No. 4. – pp. 151-159.
12. Dusaeva, E. M. Scientific and technological development of the regions in the Arctic zone of the Russian Federation for industrial fisheries // Science Space. – 2025. – Vol. 2, No. 3. – pp. 574-597.
13. Konovalova, K. Yu. Assessment and ways to overcome regional inequality in the new economic realities // Municipality: Economics and Administration. – 2022. – No. 4(41). – pp. 53-63.
14. Lukyanova, A. A., Avramchikova, N. T., Ivanov, D. S. Approaches to assessing the impact of the efficiency of natural resources use on the development of the regional economic system // Bulletin of Eurasian Science. – 2023. – Vol. 15, No. 3. – p. 25.
15. Maslyukova, E. V., Volchik, V. V. Econometric modeling of spatial innovative development in the context of institutional factors // Russian Journal of Economics and Law. – 2025. – Vol. 19, No. 4. – pp. 754-774.
16. Moroshkina, M. V. Development of coastal cities in the Arctic zone (on the example of the Karelian Arctic and the Arkhangelsk region) // Moscow University Bulletin. Series 6. Economics. – 2023. – No. 4. – pp. 84-103.
17. Patrakova S.S. The impact of road transport connectivity on economic growth in regions: econometric modeling // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2025. – Vol. 18, No. 1. – pp. 89-105.
18. Sorokin, P. S. On the issue of assessing spatial combination of natural resource users in the coastal-marine zone // Geosystems of Northeast Asia: Natural, Natural-Resource, and Socio-Economic Structures. – 2023. – pp. 164-170.
19. Tortsev, A. M. Development of natural resources and socio-economic development of the coastal territories of the Arkhangelsk region // Arctic: Ecology and Economy. – 2020. – No. 2. – p. 109-121.
20. Haotian, Ch. Differentiated approach to the analysis of the impact of the efficiency of marine resources use on the socio-economic development of coastal territories // Economics and Business: Theory and Practice. – 2026. – No. 3. – pp. 300-305.
21. Tsyganov, A. S. Influence of the peculiarities of the northwestern part of the Black Sea on the development of maritime activities in the region // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technology. – 2023. – No. 2. – pp. 95-100.

Эффективность армирования грунтовых оснований геосинтетическими материалами в особых условиях строительства

Аввад Талал
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, dr.awwad.gfce@gmail.com,

Абу Асба Моханнад
Хашимитский университет

Геосинтетические армированные грунтовые основания стали широко распространенным решением для повышения несущей способности, улучшения деформационного поведения и уменьшения осадки в широком диапазоне грунтовых условий. За последние четыре десятилетия лабораторные модельные испытания, крупномасштабные полевые исследования, численный анализ и аналитические формулы позволили сформировать глубокое понимание эффективности использования геосинтетических материалов для армирования грунтов. В дополнение к традиционному плоскому армированию появилось несколько инновационных конфигураций, включая системы с обмоткой, горизонтально-вертикальные (Г-В) геосетки, гибридные геосетки и интегрированные системы высокопрочных геоячеек (IPGC), каждая из них обладает своими уникальными механическими преимуществами. В этой статье мы анализируем ранее опубликованные материалы, посвящённые геосинтетическим армированным грунтовым основаниям и освещаются методы, используемые для оценки эффективности системы. В работе подчеркивается необходимость учета всех влияющих факторов, таких как количество и расстояние между армирующими слоями, толщина слоя, степень уплотнения и предварительного уплотнения, тип и текстура грунта, условия влажности, глубина промерзания и геометрия фундамента. а также влияние динамической нагрузки и сейсмической активности. Хотя геосинтетическое армирование может значительно повысить несущую способность мягких или слабых грунтов — часто в несколько раз — это улучшение может оказаться недостаточным по сравнению с расчетными требованиями к нагрузке. В таких случаях рекомендуется использовать песчаные подушки или инженерные гранулированные слои для достижения большей жесткости, улучшения распределения напряжений и более надежной работы. Данная работа объединяет разрозненные данные из литературы в единую структуру и предоставляет проверенный набор данных, позволяющий напрямую сравнивать системы армирования, служащий ориентиром для исследователей и практиков, выявляет пробелы в исследованиях и намечает перспективы оптимизации грунтовых оснований и песчаных подушек, армированных геосинтетическими материалами.

Ключевые слова: Поверхностные фундаменты с геосинтетическим армированием, Георешётки и геоячейки, Системы армирования с замкнутыми краями, Взаимодействие грунт–геосинтетик.

Введение

Геосинтетическое армирование стало одним из наиболее широко используемых методов повышения несущей способности и деформационного поведения мелкозаглубленных фундаментов. В литературе постоянно демонстрируется, что включение плоских или трехмерных геосинтетических материалов в широкий спектр типов грунтов, включая пески, глины и зернистые насыпи, увеличивает несущую способность, уменьшает осадку и улучшает распределение напряжений под фундаментами, для широкого спектра типов грунтов, включая пески, глины и зернистые насыпи. В Рис 1 показаны методы армирования оснований и лабораторные эксперименты.

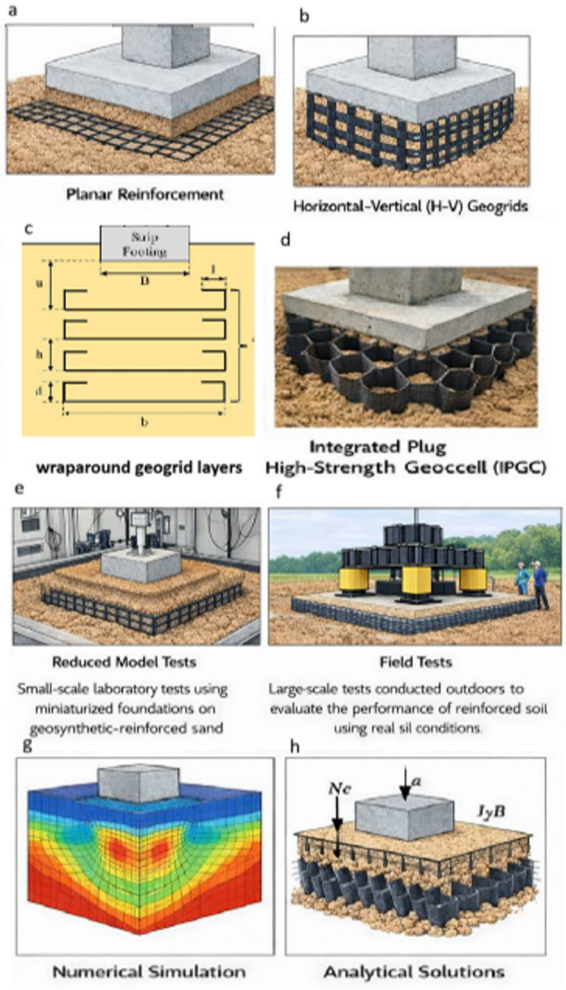


Рис. 1. Методы армирования оснований и подходы к их исследованию
(a) плоское армирование; (b) горизонтально-вертикальная георешётка (H–V); (c) обёртываемые слои георешётки; (d) интегрированная высокопрочная геоячейка (IPGC); (e) испытания на уменьшенных моделях; (f) полевые испытания; (g) численное моделирование; (h) аналитические решения.

Механизм улучшения заключается в мобилизации сопротивления растяжению и бокового ограничения, в результате чего образуется композитная грунтово-геосинтетическая масса, способная перераспределять напряжения и замедлять сдвиговое разрушение. Как указано в литературе, «армирование действует, ограничивая боковую деформацию и обеспечивая сопротивление растяжению, что увеличивает кажущуюся когезию и жесткость грунтовой массы» [1]. Аналогичным образом, многочисленные исследования показали, что ограничение значительно изменяет механизм разрушения под фундаментами, способствуя образова-

нию более глубокой и широкой зоны распределения нагрузки. Например, «ограничение геоячейками обеспечивает полужесткий матрас, который стабилизирует зернистый слой и значительно улучшает реакцию нагрузки на осадку» [2, 3]. В Рис 2 показаны Схемы режимов разрушения армированного грунтового основания.

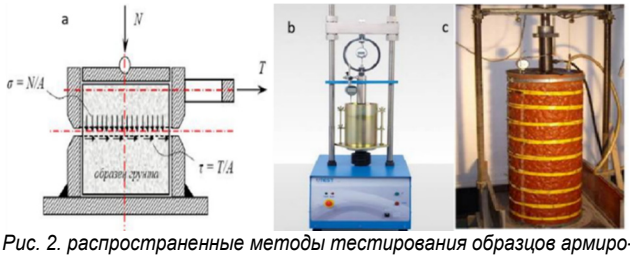


Рис. 2. распространенные методы тестирования образцов армированного грунта.
a) Прибор для испытания на срез армированного геосинтетиками грунта. b) Прибор для проведения испытания CBR армированного геосинтетиками грунта. c) Прибор для трёхосного испытания на сжатие армированного геосинтетиками грунта.

Все экспериментальные исследования сообщают о существенном увеличении предельной несущей способности при размещении геосинтетических материалов на оптимизированных глубинах и в оптимальной конфигурации. Крупномасштабные модельные и полевые испытания подтверждают, что «фундаменты на армированном грунте могут достичь увеличения несущей способности от 50% до более чем 300% в зависимости от типа и расположения армирования» [4]. Наибольшие тенденции улучшения неоднократно связывались с геоячейками (3D-ограничение), конфигурациями геосетки, охватывающей фундамент, многослойными геосетками и недавно разработанными системами, такими как горизонтально-вертикальные (Г-В) сетки и интегрированная высокопрочная геоячейка (IPGC). В частности, «обертывающие концы значительно превосходят плоские полосы, обеспечивая улучшенное закрепление и лучшее ограничение несущего слоя» [5]. Исследования, опубликованные в период с 2016 по 2026 год, дополнительно подтверждают, что геоячеистые системы обеспечивают наибольшее улучшение благодаря превосходному ограничению по сравнению с плоским армированием.

Помимо повышения несущей способности, одним из наиболее часто документируемых преимуществ в литературе является снижение осадки. Как отмечалось, «армированные фундаменты демонстрируют заметно меньшую осадку при эксплуатационных нагрузках, с улучшением до 40–60% в зависимости от типа грунта и жесткости армирования» [6, 7, 8]. На это улучшение сильно влияют жесткость армирования, отношение глубины (u/B), количество и расстояние между слоями, а также плотность грунта. Недавние исследования полевого мониторинга подчеркивают, что «армирование перераспределяет вертикальные напряжения на более широкую зону, тем самым уменьшая продавливание и улучшая эксплуатационные характеристики» [9]. Д. А. Татьянниковым подчеркивается, что армирование с переменным шагом способствует формированию уплотненного ядра разрушения в подушке. В результате исследования автором была предложена скорректированная формула для определения переменного шага армирования, которая имеет вид: $\Delta h = (n - 1) \cdot 100 + 300$. Последняя обеспечивает эффективное распределение армирующих слоев [10].

А. М. Ширанова и А. Л. Невзорова. предложены два метода создания предварительного напряжения в армирующих элементах при формировании искусственных оснований. Они обнаружили, что этот метод уменьшает осадку и увеличивает несущую способность грунта на 50–70%, Предварительное напряжение также способствует снижению общих деформаций модели [11].

Коэффициент несущей способности (Bearing Capacity Ratio, BCR) является целесообразным показателем для оценки эффективности методов армирования грунтов, учитывая большое количество факторов, влияющих на поведение армированного основания. Вследствие различий экспериментальных и расчетных параметров между исследованиями прямая сопоставимость результатов предыдущих работ или различных методов армирования, как правило, невозможна. Кроме того, высокие значения BCR не всегда свидетельствуют о удовлетворительных инженерных характеристиках, особенно в случае очень слабых грунтов. В связи с этим рекомендуется указывать несущую способность грунта до армирования и использовать значение BCR для определения несущей способности после армирования, что обеспечивает более реалистичную оценку эффективности армирования.

В литературе выделены несколько ключевых параметров, определяющих эффективность армирования:

• Оптимальная глубина армирования обычно находится в пределах $u/B \approx 0{,}25–0{,}50$, особенно в песках и зернистых грунтах [12, 13, 14].

• Многослойное армирование улучшает характеристики, хотя после трех-четырех слоев обычно наблюдается снижение эффективности [15].

• Высокий контраст жесткости между геосинтетическим материалом и окружающим грунтом повышает мобилизованное сопротивление.

• Эффекты анкеровки, включая длину обмотки, значительно улучшают передачу сдвига и ограничивающее действие [7]

• Трехмерные системы, такие как геоячейки и IPGC, обеспечивают большие преимущества, чем плоские листы, часто со значительным отрывом [2, 3, 16, 17, 18].

Действительно, ряд экспериментальных исследований приходит к выводу, что «укрепленные геосетками основания демонстрируют улучшение в два раза большее, чем плоскостные геосетки при эквивалентных коэффициентах армирования» [17,19].

Эксперименты на уменьшенных моделях геосинтетическими материалами

Большинство испытаний уменьшенных моделей проводятся с использованием жестких стальных или алюминиевых фундаментов круглой, квадратной или ленточной геометрии, размещенных на подготовленных грунтовых основаниях в жестких испытательных резервуарах. Грунтовые основания обычно подготавливаются с использованием методов плювиации или послойного уплотнения для достижения равномерной относительной плотности. Вертикальная нагрузка прикладывается с помощью механических винтовых домкратов, гидравлических приводов или систем с грузами, а осадки измеряются с помощью индикаторных циферблатных датчиков или линейных дифференциальных трансформаторов (ЛДТ). Нагрузка увеличивается постепенно до тех пор, пока не произойдет явное разрушение или чрезмерная осадка. Центрифужное моделирование представляет собой усовершенствованную форму испытаний в уменьшенном масштабе, позволяющую воспроизводить условия напряжений в малых моделях, аналогичные условиям полномасштабных фундаментов. В Рис . 3 показаны Схемы испытаний и расчетной модели армированного основания.

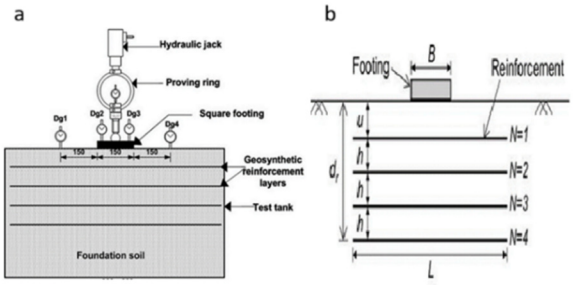


Рис. 3. Схемы испытаний и расчетной модели армированного основания:(a) схема лабораторной установки для испытаний модели фундамента на армированном основании;(b) расчетная схема армированного основания с послойным расположением армирующих элементов.

Полевые испытания и крупномасштабные модельные испытания, армированных геосинтетическими материалами

Крупномасштабные модельные испытания обычно проводятся с использованием фундаментов шириной от 0,5 до 2,0 м, которые строятся в испытательных шурфах или опорных рамах. Армированные грунтовые основания подготавливаются с помощью контролируемого уплотнения для воспроизведения полевых условий плотности и влажности. Вертикальные нагрузки прикладываются с помощью гидравлических домкратов, воздействующих на стальные рамы или бетонные грузы, а осадки контролируются с помощью осадочных плит, линейных датчиков перемещения (LVDT) и тахеометров. Часто встраиваются датчики давления грунта для измерения распределения напряжений под фундаментом.

«Крупномасштабные испытания позволяют выявить механизмы взаимодействия армирования и грунта, которые не проявляются в мелкомасштабных моделях, особенно при нагрузках, соответствующих условиям эксплуатации» [4].

Другие часто используемые лабораторные эксперименты

Помимо испытаний на уменьшенных моделях (Reduced Model Tests), а также натурных и крупномасштабных испытаний (Field and Large-Scale Tests), в инженерной практике широко применяются и дру-

гие стандартные лабораторные методы, такие как трёхосные компрессионные испытания, испытания по показателю CBR (California Bearing Ratio), а также различные виды сдвиговых испытаний. Эти методы позволяют более полно оценить прочностные и деформационные характеристики грунтов, включая влияние геосинтетического армирования на их несущую способность и устойчивость. Испытание по **CBR (California Bearing Ratio)** является одним из наиболее распространённых методов оценки эффективности армирования. Основными вых одными параметрами являются значения CBR при различных глубинах проникновения поршня (обычно 2,5; 5,0 и 7,5 мм), характеризующие увеличение несущей способности и жёсткости основания в эксплуатационном диапазоне нагрузок [20, 19]. На основе этих данных часто рассчитывается **коэффициент повышения несущей способности (BCR)**.

Для детального анализа напряжённо-деформированного состояния применяются **крупномасштабные трёхосные испытания**, основными выходными параметрами которых являются диаграммы «напряжение–деформация», предельная прочность, модуль деформации и распределение осевых и радиальных деформаций [21].

Метод **одноплоскостного прямого среза** используется для определения угла внутреннего трения и удельного сцепления армированного грунта, обеспечивая оценку повышения сдвиговой устойчивости. В Рис 2 показано распространенные методы тестирования образцов армированного геосинтетический грунта.

Численное моделирование, армированных геосинтетическими материалами

Численное моделирование стало незаменимым инструментом для анализа мелкозаглубленных фундаментов, армированных геосинтетическими материалами, позволяя исследователям изучать передачу напряжений, механизмы деформации, мобилизацию армирования и параметрическую чувствительность в контролируемых и воспроизводимых условиях. За последние два десятилетия достижения в вычислительной мощности и моделировании конститутивных процессов позволили детально моделировать системы армированных фундаментов с использованием методов конечных элементов (МКЭ), методов дискретных элементов (МДЭ) и гибридных подходов.

Моделирование методом конечных элементов является наиболее широко используемым численным подходом для армированных фундаментов. Коммерческие программы, такие как PLAXIS, FLAC и ABAQUS, обычно используются для моделирования взаимодействия грунта и армирования, нагрузки на фундамент и развития разрушения. Грунты обычно моделируются с использованием упругопластических конститутивных законов, включая модели Мора-Кулона, упрочняющегося грунта или Друкера-Прагера, в то время как геосинтетические материалы представляются в виде линейных упругих растягивающих элементов или мембранных элементов с осевой жесткостью.

Аналитические решения для армированных геосинтетическими материалами

Ранние аналитические исследования расширили классические теории несущей способности, включив в них вклад сопротивления растяжению армирования и эффекты обжатия. Фабрин, Мадхав и Пурушасб разработали одни из первых аналитических моделей, в которых слои армирования рассматривались как натянутые мембраны, взаимодействующие с грунтовым массивом [22]. Эти модели модифицировали традиционные уравнения несущей способности типа Терзаги, добавив члены сопротивления, вызванного армированием.

«Армирование способствует несущей способности за счет мобилизации растягивающих сил, которые противодействуют боковому расползанию грунта под фундаментом» [23].

Современные тенденции в исследованиях

Современные геосинтетические материалы, включая многонаправленные геосетки, высокопрочные геотекстили, полимерные геоячейки и гибридные системы армирования, такие как горизонтально-вертикальные (Г-В) геосетки, продемонстрировали превосходное ограничение и улучшенную способность распределения нагрузки по сравнению с традиционными плоскими системами армирования.

Параллельно исследователи включают в оценку эксплуатационных характеристик эффекты окружающей среды и зависящие от времени, включая изменения влажности, циклы замерзания-оттаивания, деградацию при увлажнении-высыхании и долговременную ползучесть. Эти усилия подчеркивают важность долговечности, сохранения прочности на границе раздела и долгосрочной эксплуатационной пригодности армированных фундаментных систем.

Перспективы на будущее

Будущие исследования фундаментов с геосинтетическим армированием будут направлены на комплексное изучение их характеристик, включая сейсмостойкость и устойчивость к динамическим нагрузкам. Особое внимание уделят экологичности материалов. Ожидается развитие интеллектуальных систем с датчиками для мониторинга состояния фундаментов в реальном времени и совершенствование гибридных армирующих систем для повышения их эффективности в различных условиях эксплуатации. Эти направления актуальны для транспортной, энергетической и промышленной инфраструктуры и соответствуют целям устойчивого развития.

Заключение

Несмотря на существенные достижения за последние четыре десятилетия, остается ряд проблем, особенно в отношении сложных условий нагружения, долгосрочной долговечности, изменчивости окружающей среды и единых методологий проектирования. Дальнейшая интеграция экспериментальных, численных и полевых исследований, поддерживаемая достижениями в области материальных технологий и систем мониторинга, имеет важное значение для дальнейшего повышения надежности и эффективности армированных фундаментных систем.

Литература

1. Guo X., Zhang H., Liu L. Planar geosynthetic-reinforced soil foundations: a review // SN Applied Sciences. 2020. Vol. 2. Article 3930. DOI: 10.1007/s42452-020-03930-5
2. Biswas A., Murali Krishna A. Geocell-reinforced foundation systems: a critical review // International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. 2017. Vol. 3. Article 23.
3. Hegde A., Biswas A. Geocell mechanics and soil–geocell interaction: experimental and numerical studies // International Journal of Geotechnical Engineering. 2017.
4. Adams M.T., Collin J.G. Large model spread footing load tests on geosynthetic reinforced soil foundations // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 1997. Vol. 123. No. 1. P. 66–72.
5. Jaiswal S., Chauhan V.B. Optimal design parameters of geogrid with wraparound ends // International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering. 2021. Vol. 7. Article 18.
6. Raja M.N.A. Ultimate bearing capacity of strip footing resting on reinforced soil // Geotechnique and Geomechanics. 2020.
7. Raja M.N.A. Wraparound versus planar reinforcement: experimental series // Engineering Structures. 2020–2021.
8. H. Alkayyal, S. Althoff, N.Tamaskovic,s H.Klapperich, & T. Awwad, (2014). "Supporting Structures Reinforced by Geogrids – the Engineering Challenge". Proceedings of the 10th International Conference on Geosynthetics ICG 2014 "Soil Reinforcement - In-Situ Testing and Conclusions", Berlin, Germany, 21–25 September 2014.
9. Krishna A.M., et al. Performance case studies of reinforced foundations // ASCE / IGS Proceedings. 2022–2024.
10. Татьянников Д.А. Применение переменного шага армирования геосинтетических материалов в фундаментных подушках из связных грунтов // Construction andGeotechnics. – 2022. – Т. 13, № 4. – С. 126-135.
11. Ширанов А.М., Невзоров А.Л. Повышение устойчивости песчаной подушки за счет преднапряжения армирующих слоев геосинтетика // Construction andGeotechnics. – 2020. – Т. 11, № 1. – С. 30-40.
12. Omar M.T., Das B.M., Puri V.K., Yen S.C., Cook E.E. Ultimate bearing capacity of shallow foundations on sand with geogrid reinforcement // Transportation Research Record. 1993. No. 1414. P. 1–9.
13. Shin E.C., Das B.M., Puri V.K., Yen S.C., Cook E.E. Bearing capacity of strip foundation on geogrid-reinforced clay // Geotechnical Testing Journal. 1993. Vol. 16. No. 4. P. 534–541.
14. Rowshanzamir M.A. Bearing capacity of square footings on geogrid-reinforced sand // Scientia Iranica. 2016. Vol. 23. No. 5. P. 2301–2310.
15. Hassan Alkayyal, Talal Awwad, (2015). “Improvement of the dynamic behavior of soil structures underlain by liquefiable soil using the Geosynthetics-encased columns". Proceedings of the 6th International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials. Buenos Aires, Argentina. November 2015. “Advances in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering”, Volume 6: Deformation Characteristics of Geomaterialspp 792 – 799. IOS press. DOI: 10.3233/978-1-61499-601-9-792.
16. Transportation Research Board. Baseline experimental results for reinforced footings // TRB Records. 1993.
17. Pokharel S.K., et al. Bearing capacity of geocell reinforcement in embankment engineering // RailTEC Report. 2009.
18. Hou J. Integrated plug high strength geocell reinforcement in foundations // Applied Sciences. 2024. Vol. 14. Article 1123.

19. Izadi A., et al. Bearing capacity of shallow strip foundations on reinforced granular soils // Engineering Structures. 2023.

20. DeMerchant M., Bathurst R.J., Allen T.M. Field performance of reinforced soil foundations // Canadian Geotechnical Journal. 2002. Vol. 39. No. 4. P. 834–849.

21. Pokharel S.K., et al. Laboratory plate load tests on geocell-reinforced sand // RailTEC Report. 2009.

22. Fabrin J., Madhav M.R., Poorooshasb H.B. Analytical models for geosynthetic-reinforced soil foundations // Geotechnical Engineering Journal. 1988–1995.

23. Lukpanov R.E., Awwad T. (2019) Experimental and Numerical Modelling of a Reinforced Structure. In: Meguid M., Guler E., Giroud J. (eds) Advances in Geosynthetics Engineering. GeoMEast 2018. Sustainable Civil Infrastructures. Springer, Cham, pp 1-11. DOI: 10.1007/978-3-030-01944-0_1.

The effectiveness of reinforcement of soil bases with geosynthetic materials in special construction conditions

Awwad Talal, Abu Asba Mohannad
Alexander I Petersburg State Transport University, Hashemite University

JEL classification: L61, L74, R53

Geosynthetic-reinforced soil foundation has become a widely adopted solution for enhancing bearing capacity, improving strain behavior, and reducing settlement in a broad range of soil conditions. Over the past four decades, laboratory model tests, large-scale field studies, numerical analyses, and analytical formulations have established A deep concept of the effectiveness of the use of geosynthetic materials in soil reinforcement. In addition to traditional planar reinforcement, several innovative configurations have emerged—including wraparound systems, horizontal–vertical (H–V) geogrids, hybrid geogrid arrangements, and Integrated Plug High-Strength Geocell (IPGC) systems—each offering distinct mechanical advantages, where these systems need more studies. This article reviews previous literature on geosynthetics-reinforced soil foundations, highlighting the methods used to evaluate system performance. It emphasizes the need to consider all influencing factors, such as the number and spacing of reinforcement layers, layer thickness, degree of compaction and pre-compaction, soil type and texture, moisture conditions, freezing depth, and foundation geometry. as well as the influence of dynamic loading and seismic activity. Although geosynthetic reinforcement can significantly enhance the bearing capacity of soft or weak soils—often by several multiples—the improvement may still be insufficient when compared with design load requirements. In such cases, the use of sand cushions or engineered granular layers is recommended to achieve greater stiffness, improved stress distribution, and more reliable performance. This work consolidates fragmented findings in the literature into a unified framework and provides a verified dataset enabling direct comparison between reinforcement systems, serving as a reference for researchers and practitioners, identifies research gaps, and outlines prospects for optimizing geosynthetic-reinforced soil foundation and sand cushions.

Keywords: Geosynthetic-reinforced shallow foundations, Geogrids and geocells, Wraparound reinforcement systems, Soil–geosynthetic interaction.

References

1. Guo X., Zhang H., Liu L. Planar geosynthetic-reinforced soil foundations: a review // SN Applied Sciences. 2020. Vol. 2. Article 3930.
DOI: 10.1007/s42452-020-03930-5
2. Biswas A., Murali Krishna A. Geocell-reinforced foundation systems: a critical review // International Journal of Geosynthetics and Ground Engi-neering. 2017. Vol. 3. Article 23.
3. Hegde A., Biswas A. Geocell mechanics and soil–geocell interaction: experimental and numerical studies // International Journal of Geotechnical Engineering. 2017.
4. Adams M.T., Collin J.G. Large model spread footing load tests on geo-synthetic reinforced soil foundations // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 1997. Vol. 123.No. 1. P. 66–72.
5. Jaiswal S., Chauhan V.B. Optimal design parameters of geogrid with wraparound ends // International Journal of Geosynthetics and Ground Engi-neering. 2021. Vol. 7. Article 18.
6. Raja M.N.A. Ultimate bearing capacity of strip footing resting on rein-forced soil // Geotechnique and Geomechanics. 2020.
7. Raja M.N.A. Wraparound versus planar reinforcement: experimental series // Engineering Structures. 2020–2021.
8. H. Alkayyal, S. Althoff, N. Tamaskovic, H. Klapperich, & T. Awwad, (2014). "Supporting Structures Reinforced by Geogrids – the Engineering Challenge". Proceedings of the 10th International Conference on Geosynthetics ICG 2014 "Soil Reinforcement - In-Situ Testing and Conclusions", Berlin, Germany, 21–25 September 2014.
9. Krishna, A. M., et al. "Performance case studies of reinforced foundations" // ASCE / IGS Proceedings. 2022–2024.
10. Tatyannikov, D. A. "Application of variable reinforcement spacing of geosynthetic materials in foundation pads made of cohesive soils" // Construction and Geotechnics. – 2022. – Vol. 13, No. 4. – P. 126-135.
11. Shiranov A.M., Nevzorov A.L. Increasing the stability of a sand cushion by prestressing the reinforcing layers of geosynthetics // Construction and Geotechnics. – 2020. – Vol. 11, No. 1. – P. 30-40.
12. Omar M.T., Das B.M., Puri V.K., Yen S.C., Cook E.E. Ultimate bearing capacity of shallow foundations on sand with geogrid reinforcement // Transportation Research Record. 1993. No. 1414. P. 1–9.
13. Shin E.C., Das B.M., Puri V.K., Yen S.C., Cook E.E. Bearing ca-pacity of strip foundation on geogrid-reinforced clay // Geotechnical Testing Journal. 1993. Vol. 16.No. 4. P. 534–541.
14. Rowshanzamir M.A. Bearing capacity of square footings on ge-ogrid-reinforced sand // Scientia Iranica. 2016. Vol. 23.No. 5. P. 2301–2310.
15. Hassan Alkayyal, Talal Awwad, (2015). "Improvement of the dynamic-namic behavior of soil structures underlain by liquefiable soil using the Geo-synthetics-encased columns." Proceedings of the 6th International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials. Buenos Aires, Argentina. November 2015. "Advances in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering", Volume 6: Deformation Characteristics of Geomaterialspp 792 – 799. IOS press. DOI: 10.3233/978-1-61499-601-9-792.
16. Transportation Research Board. Baseline experimental results for reinforced footings // TRB Records. 1993.
17. Pokharel S.K., et al. Bearing capacity of geocell reinforcement in embankment engineering // RailTEC Report. 2009.
18. Hou J. Integrated plug high strength geocell reinforcement in foun- dations // Applied Sciences. 2024. Vol. 14. Article 1123.
19. Izadi A., et al. Bearing capacity of shallow strip foundations on re-inforced granular soils // Engineering Structures. 2023.
20. DeMerchant M., Bathurst R.J., Allen T.M. Field performance of reinforced soil foundations // Canadian Geotechnical Journal. 2002. Vol. 39.No. 4. P. 834–849.
21. Pokharel S.K., et al. Laboratory plate load tests on geocell-reinforced sand // RailTEC Report. 2009.
22. Fabrin J., Madhav M.R., Poorooshasb H.B. Analytical models for geosynthetic-reinforced soil foundations // Geotechnical Engineering Journal. 1988–1995.
23. Lukpanov R.E., Awwad T. (2019) Experimental and Numerical Modeling of a Reinforced Structure. In: Meguid M., Guler E., Giroud J. (eds) Advances in Geosynthetics Engineering. GeoMEast 2018. Sustainable Civil Infrastructures. Springer, Cham, pp. 1-11. DOI: 10.1007/978-3-030-01944-0_1.

Применение технологии усиления основания земляного полотна щебеночными сваями на действующем участке Дальневосточной железной дороги

Артюшенко Игорь Александрович
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой проектирование и строительство железных дорог, Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ), artyshenko-ia@rut-miit.ru,

Ворожко Дмитрий Александрович
аспирант, кафедра проектирования и строительства железных дорог, Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)),

Святогорова Анастасия Владимировна
аспирант, кафедра строительства дорог транспортного комплекса, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)

Статья посвящена применению технологии армирования основания земляного полотна щебеночными сваями при деградации многолетнемерзлых грунтов вызванным глобальным потеплением. Оттаивание многолетнемерзлых грунтов основания представляет серьезную угрозу устойчивости инженерных сооружений, в том числе железнодорожным насыпям в криолитозоне. На участке Дальневосточной железной дороги проведён геотемпературный мониторинг и выполнены геологические изыскания, изучены характеристики грунтов до глубины 10 метров, проанализирована отметка нулевых температур. Сопоставив современные данные, полученные в результате геотемпературного мониторинга с данными с карты вечной мерзлоты 1983 года, подтверждено потепление оттаивание верхней границы многолетнемерзлых грунтов. Влияние изменений на устойчивость железнодорожной насыпи оценено с помощью компьютерного моделирования (AutoCad, SIO 2D) с нагрузкой 68 кН/м. Подчеркивается критическая важность учёта температурных факторов при проектировании и эксплуатации сооружений в зоне вечной мерзлоты. В качестве усиления основания при его реконструкции предложена технология щебеночных свай.
Ключевые слова: земляное полотно, многолетнемерзлые грунты, геотехнический мониторинг, устойчивость, щебеночные сваи.

Статья подготовлена на основе исследований, выполненных в рамках гранта, предоставленного Министерством образования и науки в форме субсидии из федерального бюджета на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития, тема проекта «Анализ и разработка теоретических основ с исследованием и разработкой конструктивно-технологических решений по обеспечению эксплуатационной надёжности объектов транспортной инфраструктуры в условиях распространения многолетнемёрзлых грунтов», соглашение № 075-15-2024-559 от 24.04.2024.

Введение

Геотехнический мониторинг, является неотъемлемой частью любого строительства, представляет собой систематическое наблюдение за состоянием грунтов, оснований и сооружений на этапе проектирования, так как позволяет скорректировать решения и учесть особенности грунтов, так и на этапе эксплуатации объекта, в силу своевременного выявления скрытого дефекта, что способствует продлению сроку службы сооружения и оптимизации на затратах на ремонт.

Постановка задачи

Проведение анализа отметки нулевых температур на участке Дальневосточной железной дороги. Проведение расчета железнодорожной насыпи на Дальневосточной железной дороге, направленного на выявление проблем в случае деградации вечной мерзлоты.

Решение задачи

На всех этапах строительства важно учитывать природно-климатические, гидрологические и мерзлотные процессы для обеспечения необходимого уровня надежности [16]. За последние года зафиксировано значительное повышение температуры верхних горизонтов многолетнемёрзлых грунтов (далее - ММГ) на территории Российской Федерации. Данное явление провоцирует деградационные процессы в мёрзлых толщах, которые оказывают негативное воздействие как на природные ландшафты, так и на объекты инженерной инфраструктуры [9, 10, 14].

Исследования, проведённые П.Д. Бондаревым в Воркуте и прилегающих районах, демонстрируют критическое состояние объектов капитального строительства на многолетнемерзлых грунтах. Анализ показал, что порядка 80% обследованных сооружений имели недопустимые деформации. Среди каменных конструкций 78% подверглись значительным деформациям, причём 6% зданий испытали полное разрушение стен, а 67% имели сквозные трещины. Деревянные постройки также показали неудовлетворительное состояние: 75% рубленых и 90% каркасных конструкций имели деформации. При этом 30% каменных и 50% деревянных зданий требовали срочного капитального ремонта.

Для детального изучения данного процесса в на участке Дальневосточной железной дороги были организованы специализированные стационарные пункты геотемпературного мониторинга. В рамках научно-исследовательского проекта с использованием современного измерительного оборудования были выполнены комплексные геологические исследования грунтов на глубине до 10 метров.

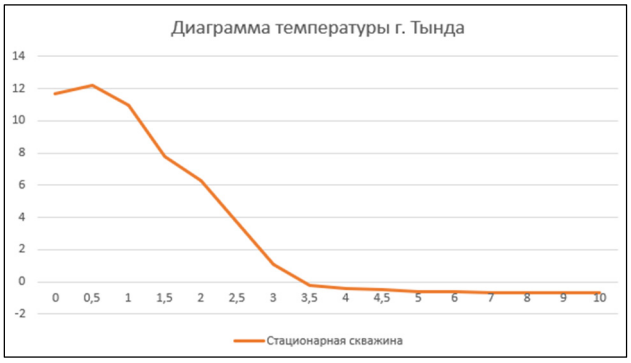


Рисунок 1 – Диаграмма усреднённых значений стационарных показаний, записываемых в течении недели
Источник: составлено автором

В верхнем горизонте вечной мерзлоты температура не остается стабильной и зависит от времени года. Примем, что сезонные колебания затухают к глубине равной 10 метров от поверхности, тогда температура грунта на глубине 10 метров равняется -0,7°С.

Рисунок 2 - Карта распространения многолетнемерзлых пород на территории России по значениям СССР, с указанием города Тында
Источник: [21]

Согласно карте многолетнемерзлых пород, разработанной в СССР в 1983 году [17], город Тында располагается в пограничной зоне между второй и третьей зоны распространения ММГ, что предполагает толщину мерзлого слоя около 300 метров и температурой грунта близкую к -3°С. При сравнении данных, полученных эмпирическим путем в городе Тында и данных полученных с карты распространения ММГ, подтверждается факт глобального потепления, которое оказывает непосредственное влияние на состояние вечной мерзлоты. Это приводит к деградации многолетнемёрзлых грунтов, что, в свою очередь, провоцирует ряд негативных геотехнических последствий: просадки грунта и деформацию инженерных сооружений.

Таблица 1
Физико-Механические свойства грунтов насыпи на Дальневосточной железной дороге [Разработано автором]

	Удельный вес сухой	Удельный вес обводнен	Модуль деформации	Коэф Пуассон	Сцепление	Угол вн. трения
	γ	$\gamma_{обвод}$	E	υ	C	φ
	КН/м3	КН/м3	КН/м2	-	КН/м2	град
Щебень	13	13,1	200.000	0,3	60	51
Песок гравелистый	15	17	40.000	0,3	1	41
Щебенистый грунт	19,4	19,4	200.000	0,27	150	51
Каменная наброска	13	13,1	200.000	0,3	60	51
Супесь	16,3	17,5	10.000	0,3	15	25
Торф	11,3	19,4	2.000	0,4	4	10
Супесь мерзлая	19,4	21	50.000	0,3	5	20
Супесь гравелистая мерзлая	18	20	55.000	0,3	100	30
Песок гравелистый мерзлый	18	20	50.000	0,3	10	35

Источник: составлено автором

Для проведения детального анализа устойчивости насыпи был задействован современный программный комплекс SIO 2D, обладающий возможностями моделирования поведения грунтовых массивов.

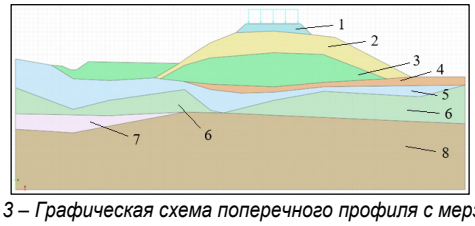


Рисунок 3 – Графическая схема поперечного профиля с мерзлым грунтом
1 – щебень; 2 – песок гравелистый; 3 – щебенистый грунт; 4 – торф; 5 – супесь; 6 – супесь мерзлая; 7 – супесь гравелистая мерзлая; 8 – песок гравелистый мерзлый
Источник: составлено автором

На рисунке 4 представлен результат расчета поперечного профиля насыпи на Дальневосточной железной дороги с имитацией эксплуатационной нагрузки от железнодорожного состава интенсивностью 68 кН/м.

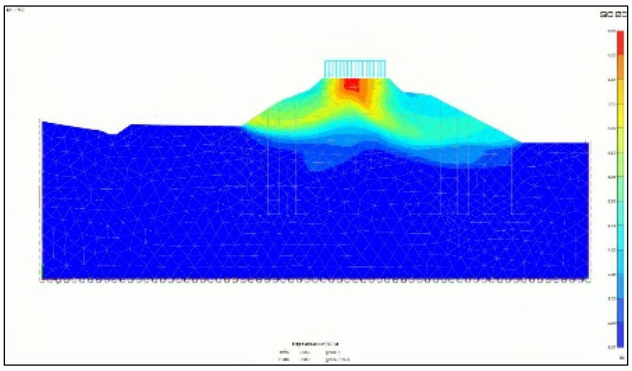


Рисунок 4 – Результат расчета поперечного профиля насыпи Дальневосточной железной дороги, расположенной на мерзлых грунтах
Источник: составлено автором

В результате расчета коэффициент устойчивости равен 1,566. Согласно 238.1326000-2015 [18] значение коэффициента устойчивости должно быть не меньше 1.2 для дорог II категории. В настоящее время коэффициент устойчивости соответствует требуемому, но согласно геотемпературным измерениям проводимым научным обществом приходим к выводу, что многолетнемерзлые грунты испытывает тенденцию к деградации. Для этого проводится моделирование этого же поперечного профиля Дальневосточной железной дороги с оттаявшим основанием для проверки коэффициента устойчивости.

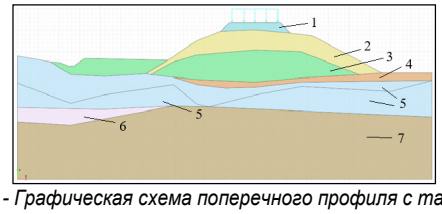


Рисунок 5 - Графическая схема поперечного профиля с талым грунтом
1 – щебень; 2 – песок гравелистый; 3 – щебенистый грунт; 4 – торф; 5 – супесь; 6 – супесь гравелистая мерзлая; 7 – песок гравелистый мерзлый
Источник: составлено автором

На рисунке 6 представлен тот же поперечный профиль, но с оттаявшими грунтами на глубину 2 метра и с той же имитацией эксплуатационной нагрузкой равной 68 кН/м.

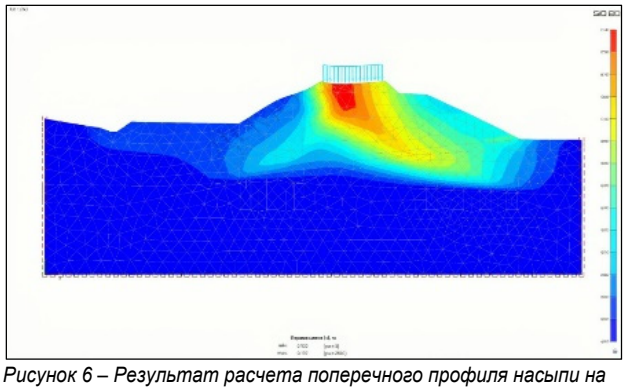


Рисунок 6 – Результат расчета поперечного профиля насыпи на оттаявших грунтах
Источник: составлено автором

В результате расчета коэффициент устойчивости равен 1,093, данный расчет показывает, что в случае от таяния эксплуатация данного перегона запрещается в связи недостаточным значением коэффициента устойчивости.

Для повышения несущей способности основания земляного полотна предлагается использовать технологию усиления основания щебеночными сваями (вертикальными столбами из щебня).

Технология устройства щебёночных свай представляет собой метод глубинной обработки грунтового массива посредством вибрационного воздействия с одновременной подачей щебёночного материала, этот метод улучшения грунтов оснований также известен как виброзамещение

грунтов [1]. Процесс формирования свайной конструкции осуществляется путём создания непрерывных колонн заданного диаметра и длины из щебня, при этом ключевым инструментом выступает глубинный вибратор [5].

Область применения данной технологии позволяет производить работы не только по усилению основания железнодорожной насыпи, но и при реконструкции существующей насыпи.

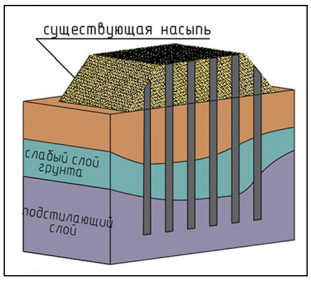


Рисунок 7 – Усиление существующей насыпи с использованием щебеночных свай
Источник: [19]

Метод эффективен при наличии в основании различных типов слабых грунтов: глинистых, пылевато-глинистых, торфянистых отложений. Технология также позволяет преодолевать слои песчаных и гравийных грунтов с одновременным их уплотнением.

Конструктивные особенности щебёночных свай заключаются в том, что они не функционируют как самостоятельные несущие элементы, в отличие от традиционных бетонных свайных конструкций. Их основное назначение — повышение прочностных характеристик грунтового массива в зоне усиления, что приводит к существенному росту несущей способности и общей устойчивости основания.

До начала работы группы над сооружением щебеночной сваи, группа геодезистов намечает центр арматурным стержнем будущей щебеночной сваи в соответствии с координатами проектного положения.

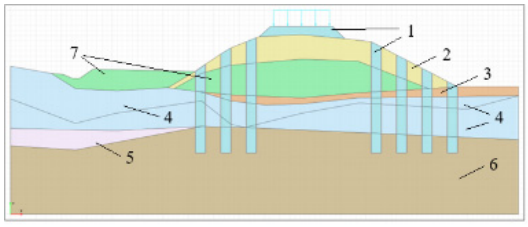


Рисунок 8 - Поперечного профиля насыпи со усиленный щебеночными сваями
1 – щебень; 2 – песок гравелистый; 3 – торф; 4 – супесь; 5 – супесь гравелистая мерзлая; 6 – песок гравелистый мерзлый; 7 – щебенистый грунт
Источник: составлено автором

Заполнение скважины щебнем ведется по технологии виброуплотнения с нижней подачей щебня, через опущенную до забоя трубу-инъектор снизу-вверх: извлечение трубы с одновременным заполнением и уплотнением послойно укладываемого в скважину щебня и сопряженных вмещающих пород. Данный метод способствует увеличению несущей способности основания, столбы выступают в роли вертикальных дрен, что в свою очередь предотвращает переувлажнение грунтов основания [3]

Устройство скважины осуществляется на глубину, предусмотренную проектом. В процессе работы используемой установки грунт раздвигается в радиальном направлении от оси скважины и одновременно выносится потоком воздуха, обеспечивая требуемое погружение и создание пространства для эффективного заполнения щебнем. По достижении снарядом проектной отметки заполненную ведущую трубу колонны приподнимают над забоем на 200–500 мм, освободившееся пространство замещается щебнем, дальнейший обратный ход производится путем перемещения колонны вниз с одновременной подачей инертных материалов в колонну труб до достижения требуемой степени уплотнения грунтов и проектного диаметра сваи. Подаваемый на забой щебень утрамбовывается во вмещающих породах за счет веса колонны и подачи стрелы крана, вибрационного воздействия на грунт [2]. Проект предусматривает сооружение щебеночных свай по всей площади фрагмента насыпи, требующей усиления, расстановка щебеночных свай выполняется в виде треугольной, либо прямоугольной сетки [4].

Для предупреждения последствий, вызванных деформациями при сооружении щебеночных свай, должен быть предусмотрен мониторинг строящихся объектов на всех этапах их жизненного цикла [11].

Технологический мониторинг осуществляется в период эксплуатации строительного объекта и направлен на обеспечение направленного технологического регулирования производственных операций [13].

В процессе усиления грунтового основания вертикальными щебёночными столбами осуществляется мониторинг с применением бортовой компьютерной техники. В рамках контроля фиксируются следующие параметры: глубина бурения, сила тока, давление воздуха, отклонение свай от вертикали, дата и время выполнения работ, а также объём подаваемого в скважину щебня. На основании полученных данных формируется паспорт каждого столба, включающий контрольные параметры и профиль конструкции, что позволяет объективно оценить качество выполненных работ [12, 15].

Для конкретного примера физико-механические свойства щебня, применяемого при сооружении щебеночных свай приведены в таблице 2:

Таблица 2
Физико-механические свойства щебня применяемого при устройстве щебеночных свай

	Удельный вес сухой	Удельный вес обводнен	Модуль деформации	Коэф Пуассон	Сцепление	Угол вн. трения
	γ	$\gamma_{обвод}$	E	υ	C	φ
	КН/м^3	КН/м^3	КН/м^2	-	КН/м^2	град
Щебень	13	13,1	200.000	0,3	60	51

Источник: составлено автором

Для изготовления щебеночных свай в качестве заполнителя рекомендуется использовать щебень изверженных пород с маркой дробимости М-600 и фракцией 20–40 мм, в соответствии с ГОСТ 8267-93 [20].

Расчётный расход щебня с учётом коэффициента запаса К = 1,2 составляет 0,942 м^3 на погонный метр сваи условным диаметром 1 000 мм. Фактический объём инертных материалов уточняют на этапе изготовления опытных образцов — до начала массового производства работ, в строгом соответствии с проектными требованиями.

К качеству щебня предъявляются следующие требования:

- Форма частиц. Преобладающая форма зёрен — округлая, угловая или кубовидная. Допустимое содержание частиц игольчатой формы — не более 35 % по массе.
- Чистота материала. В составе щебня не должно быть органических включений и загрязняющих веществ, таких как остатки древесины, растительные остатки, химические отходы и т.д.
- Содержание мелких фракций. Доля пылеватых и глинистых частиц не должна превышать 3 %.

Технологические свойства, щебень должен:

- обеспечивать хорошее уплотнение и формировать прочную свайную опору;
- сохранять дренирующие свойства после уплотнения;
- соответствовать параметрам используемого технологического оборудования;
- свободно перемещаться по системам подачи материала в скважину без зависания и блокировки (что обеспечивается заданной фракцией 20–40 мм).

Кроме того, при отрицательных температурах воздуха запрещается заполнять скважины мёрзлым щебнем. Соблюдение перечисленных требований позволяет снизить деформационные показатели конструкции в 2–6 раз [5-8].

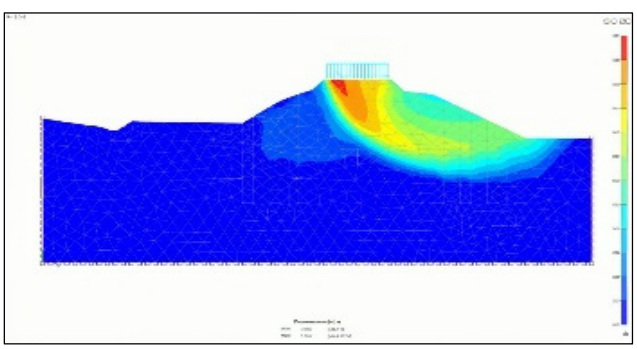


Рисунок 9 – Результат расчета поперечного профиля насыпи на оттаявших грунтах с сооружением щебеночных свай
Источник: составлено автором

На рисунке 9, представлен результат расчёта поперечного профиля на оттаявших грунтах с усилением в виде щебеночных свай, проходящих через насыпь и передающих нагрузку на жесткие грунты, пригодные для восприятия нагрузки от сооружения и проходящего по нему железнодорожного состава.

В результате расчета коэффициент устойчивости равен 2,046. Значение в ходе расчета является выше требуемого, что позволяет безопасно эксплуатировать данный участок железной дороги.

Выводы

Проведённое исследование подтвердило критическую зависимость устойчивости железнодорожных насыпей в зоне вечной мерзлоты от температурного режима ММГ. Установлена температура в верхних горизонтах мёрзлых пород с стабилизацией показателей на глубине 10 м около минус 0,7 °С. Сопоставлены данные получены эмпирически с картой распространения ММГ, где выявлена тенденция потепления.

Моделирование в программных комплексах AutoCad и SIO 2D позволило количественно оценить влияние деградации ММГ на напряжённо-деформированное состояние насыпи. Выявлено, что оттаивание грунтов приводит к снижению прочностных характеристик основания; развитию пластических деформаций; уменьшению коэффициента устойчивости ниже критических значений (до 1,093 при норме ≥1,2 для дорог II категории) и неравномерным осадкам конструкции.

Применение технологии щебёночных свай позволяет снизить осадку и повысить коэффициент устойчивости до 2,046. Результаты численного моделирования свидетельствуют о значительном увеличении коэффициента устойчивости при использовании данной технологии.

Литература

1. Деген, У. Использование щебеночных и песчаных свай для усиления слабых грунтов основания транспортных сооружений / У. Деген, П. Г. Долгов // Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути: Труды XIV Международной научно-технической конференции. Чтения, посвященные памяти профессора Г.М. Шахунянца, Москва, 05–06 апреля 2017 года / М.: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2017. — С. 73–74. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35052358 (дата обращения: 15.03.2026).
2. Castro, J. Modeling Stone Columns / J. Castro. — DOI https://doi.org/10.3390/ma10070782 // Materials. — 2017. — Т 10. — № 7. — С. 782. — URL: https://www.mdpi.com/1996-1944/10/7/782 (дата обращения: 15.03.2026).
3. Chen, J.F. Failure mechanism of geosynthetic-encased stone columns in soft soils under embankment / J.F. Chen, L.Y. Li, J.F. Xue, S.Z. Feng. — DOI https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2015.04.016 // Geotextiles and Geomembranes. — 2015. — Т 43. — № 5. — С. 424–431. — URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114415000540 (дата обращения: 15.03.2026).
4. Sondermann, W. Field Measurements and Numerical Analysis of the Stress Distribution below Stone Column Supported Embankments and their Stability / W. Sondermann, F. Kirsch // International Workshop on Geotechnics of Soft Soils-Theory and Practice. / Нордвейкерхаут, 2003.
5. Шепитько, Т. В. Организационно-технологические решения при усилении земляного полотна в криолитозоне / Т. В. Шепитько, И. А. Артюшенко, А. А. Зайцев // Транспортные сооружения. — 2022. — Т 9. — № 2. — URL: https://t-s.today/PDF/03SATS222.pdf. — DOI: 10.15862/03SATS222. (дата обращения: 15.03.2026).
6. Pivarč J. Stone Columns — Determination of the soil improvement factor / J. Pivarč. — DOI https://doi.org/10.2478/v10189-011-0014-z // Slovak Journal of Civil Engineering. — 2011. — Т 19. — № 3. — С. 17–21. — URL: https://sciendo.com/article/10.2478/v10189-011-0014-z (дата обращения: 20.03.2026).
7. Шепитько, Т.В. Армирование грунтов основания вертикальными столбами из щебня в криолитозоне / Т.В. Шепитько, И.А. Артюшенко, П.Г. Долгов. — DOI https://doi.org/10.30932/1992- 3252-2019-17-68-78 // Мир транспорта. — 2019. — Т 17. — № 4. — С. 68–78. — URL: https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/1707 (дата обращения: 20.03.2026).
8. Артюшенко, И.А. Зависимость физико-механических характеристик и коэффициента безопасности грунтового массива от шага расстановки вертикальных столбов из щебня / И.А. Артюшенко. — DOI https://doi.org/10.15862/17SATS220 // Транспортные сооружения. — 2020. — Т 7. — № 2. — С. 17SATS220. — URL: https://t-s.today/17SATS220.html (дата обращения: 20.03.2026).
9. Соколов, Н. С. Использование слабых оснований при строительстве магистральных дорог / Н. С. Соколов, Ф. Л. Павлов // Строительные материалы. – 2019. – № 11. – С. 45-49. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-776-11-45-49. – EDN DZBMBV.
10. Тер-Мартиросян, З. Г. Взаимодействие щебеночной сваи с окружающим грунтом и ростверком / З. Г. Тер-Мартиросян, А. З. Тер-Мартиросян, Г. О. Анжело // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2019. – № 3. – С. 2-6. – EDN ZJHDYG.
11. Шепитько, Т.В. Строительство путей сообщения на Севере / Т.В. Шепитько, П.М. Токарев, А.Н. Дудников, А.М. Черкасов. — Ред. Луцкий С.Я. — Москва: ЛАТМЭС, 2009. — 284 с. — URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19643057 (дата обращения: 20.03.2026).
12. Salahi, A. Evaluation of stone columns versus liquefaction phenomenon / A. Salahi, H. Niroumand, K. Kassim // Electronic Journal of Geotechnical Engineering. — 2015. — Т 20. — № 2. — С. 739–759. — URL: https://www.researchgate.net/publication/282242013_Evaluation_of_stone_columns_versus_liquefaction_phenomenon (дата обращения: 20.03.2026).
13. Шепитько, Т.В. Технологические особенности строительства и реконструкции геотехнических сооружений в криолитозоне / Т.В. Шепитько, Г.И. Нак, А.М. Черкасов, С.Я. Луцкий // Современные исследования трансформации криосферы и вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике / Под ред. В.П. Мельникова и М.Р. Садуртдинова Салехард: Б. и., 2021. — С. 484–487. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=47470914 (дата обращения: 20.03.2026).
14. Гаврилов И. И., Кудрявцев С. А., Парамонов В. Н. Стабилизация конструкций железных дорог на многолетнемерзлых грунтах Северного широтного хода и Арктики. Архитектура, строительство, транспорт. 2026;6(1):77–90. https://doi.org/10.31660/2782-232X-2026-1-77-90 EDN: JUUKOQ
15. Шепитько, Т. В. Организационно-технологические решения при усилении земляного полотна в криолитозоне / Т. В. Шепитько, И. А. Артюшенко, А. А. Зайцев // Транспортные сооружения. — 2022. — Т 9. — № 2. — URL: https://t-s.today/PDF/03SATS222.pdf. — DOI: 10.15862/03SATS222. (дата обращения: 25.04.2026).
16. Цытович Н. А. Механика мёрзлых грунтов – М.: Высшая школа, 1973. – 446 с.
17. ВСН 84-89. Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты / Минтрансстрой СССР. – М., 1990. – 176 с.
18. СП 238.1326000.2015. Свод правил. Железнодорожный путь, утверждённый приказом Министерства транспорта Российской Федерации 06.07.2015 №209.
19. Официальный сайт проектной организации «КастомГео».: [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://customgeo.ru, свободный. Дата обращения – 15.02.2026 г.
20. ГОСТ 8267-93; Межгосударственный стандарт, щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ; Дата введения 1995-01-01.
21. Официальный сайт инфографики и визуализации данных.: [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://obrezka.com/karty/karta-rasprostraneniya-vechnoj-merzloty-v-rossii, свободный. Дата обращения – 15.02.2026 г.

Analysis of a Railway Embankment under Permafrost Degradation

Artyushenko I.A., Vorozhko D.A., Svyatogorova A.V.

Russian University of Transport (RUT (MIIT), Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (PSUPS)

JEL classification: L61, L74, R53

This article focuses on the degradation of permafrost soils caused by global warming. This phenomenon poses a serious threat to the stability of engineering structures, including railway embankments in the permafrost zone. Geotechnical monitoring and thermophysical surveys were carried out in the city of Tynda; soil characteristics were studied to a depth of 10 m, and the zero-temperature level was analysed. Current data obtained from thermophysical monitoring were compared with data from the 1983 permafrost map; as a result, warming of the upper layers of frozen rocks was confirmed. The impact of these changes on the stability of the railway embankment was assessed using computer modelling (AutoCAD, SIO 2D) with a load of 68 kN/m. The critical importance of taking temperature factors into account when designing and operating structures in the permafrost zone is emphasised.

The results presented in the article were obtained as part of the author's dissertation research.

Keywords: subgrade, permafrost, geotechnical monitoring, stability.

References

1. Degen, U. Use of crushed stone and sand piles to reinforce weak soils under transport structures / U. Degen, P. G. Dolgov // Modern Problems of Railway Track Design, Construction, and Operation: Proceedings of the 14th International Scientific and Technical Conference. Readings dedicated to the memory of Professor G.M. Shakhunyants, Moscow, April 5–6, 2017 / Moscow: Emperor Nicholas II Moscow State

University of Railway Engineering, 2017. — Pp. 73–74. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35052358 (accessed: 15.03.2026).
2. Castro, J. Modeling Stone Columns / J. Castro. — DOI https://doi.org/10.3390/ma10070782 // Materials. — 2017. — Vol. 10. — No. 7. — P. 782. — URL: https://www.mdpi.com/1996-1944/10/7/782 (accessed: 03/15/2026).
3. Chen, J.F. Failure mechanism of geosynthetic-encased stone columns in soft soils under the embankment / J.F. Chen, L.Y. Li, J.F. Xue, S.Z. Feng. — DOI https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2015.04.016 // Geotextiles and Geomembranes. — 2015. — Vol. 43. — No. 5. — pp. 424-431. — URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114415000540 (accessed: 03/15/2026).
4. Sondermann, W. Field Measurements and Numerical Analysis of the Stress Distribution below Stone Column Supported Investments and their Stability / W. Sondermann, F. Kirsch // International Workshop on Geotechnics of Soft Soils-Theory and Practice. / Nordwekerhout, 2003.
5. Shepitko, T. V. Organizational and technological solutions for reinforcing the roadbed in the permafrost zone / T. V. Shepitko, I. A. Artyushenko, and A. A. Zaitsev // Transport Facilities. — 2022. — Vol. 9. — No. 2. — URL: https://t-s.today/PDF/03SATS222.pdf. — DOI: 10.15862/03SATS222. (accessed on March 15, 2026).
6. Pivarč J. Stone Columns — Determination of the soil improvement factor / J. Pivarč. — DOI https://doi.org/10.2478/v10189-011-0014-z // Slovak Journal of Civil Engineering. — 2011. — T 19. — No. 3. — Pp. 17–21. — URL: https://sciendo.com/article/10.2478/v10189-011-0014-z (accessed: 20.03.2026).
7. Shepitko, T.V. Reinforcement of Foundation Soils with Vertical Crushed Stone Pillars in the Cryolithozone / T.V. Shepitko, I.A. Artyushenko, and P.G. Dolgov. — DOI https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-68-78 // World of Transport. — 2019. — Vol. 17. — No. 4. — Pp. 68–78. — URL: https://mirtr.elpub.ru/jour/article/view/1707 (accessed: 20.03.2026).
8. Artyushenko, I.A. Dependence of the physical and mechanical characteristics and safety factor of the soil massif on the spacing of vertical crushed stone pillars / I.A. Artyushenko. — DOI https://doi.org/10.15862/17SATS220 // Transport Facilities. — 2020. — Vol. 7. — No. 2. — P. 17SATS220. — URL: https://t-s.today/17SATS220.html (accessed on 20.03.2026).
9. Sokolov, N. S. Use of weak foundations in the construction of trunk roads / N. S. Sokolov, F. L. Pavlov // Construction Materials. – 2019. – No. 11. – Pp. 45-49. – DOI 10.31659/0585-430X-2019-776-11-45-49. – EDN DZBMBV.
10. Ter-Martirosyan, Z. G. Interaction of a crushed stone pile with the surrounding soil and the pile cap / Z. G. Ter-Martirosyan, A. Z. Ter-Martirosyan, and G. O. Angelo // Foundations, Foundations and Soil Mechanics. – 2019. – No. 3. – Pp. 2-6. – EDN ZJHDYG.
11. Shepitko, T.V. Construction of Communication Routes in the North / T.V. Shepitko, P.M. Tokarev, A.N. Dudnikov, A.M. Cherkasov. — Ed. by S.Ya. Lutsky. — Moscow: LATMES, 2009. — 284 p. — URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19643057 (accessed: 20.03.2026).
12. Salahi, A. Evaluation of stone columns versus liquefaction phenomenon / A. Salahi, H. Niroumand, K. Kassim // Electronic Journal of Geotechnical Engineering. — 2015. — Vol. 20. — No. 2. — pp. 739-759. — URL: https://www.researchgate.net/publication/282242013_Evaluation_of_stone_columns_versus_liquefaction_phenomenon (date of reference: 03/20/2026).
13. Shepitko, T.V. Technological features of construction and reconstruction of geotechnical structures in the cryolithozone / T.V. Shepitko, G.I. Nak, A.M. Cherkasov, S.Ya. Lutsky // Modern studies of cryosphere transformation and issues of geotechnical safety of structures in the Arctic / Edited by V.P. Melnikov and M.R. Sadurtdinov, Salekhard: B.I., 2021, pp. 484-487. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=47470914 (date of reference: 03/20/2026).
14. Gavrilov I. I., Kudryavtsev S. A., Paramonov V. N. Stabilization of railway structures on permafrost soils of the Northern Wide Range and the Arctic. Architecture, Construction, Transport. 2026;6(1):77–90. https://doi.org/10.31660/2782-232X-2026-1-77-90 EDN: JUUKOQ
15. Shepitko, T. V. Organizational and Technological Solutions for Reinforcement of the Earthworks in the Cryolithozone / T. V. Shepitko, I. A. Artyushenko, and A. A. Zaitsev // Transport Structures. — 2022. — Vol. 9. — No. 2. — URL: https://t-s.today/PDF/03SATS222.pdf. — DOI: 10.15862/03SATS222. (accessed on April 25, 2026).
16. Tsitovich, N. A. Mechanics of Frozen Soils. Moscow: Vysshaya Shkola, 1973. 446 p.
17. VSN 84-89. Research, design, and construction of automobile roads in areas with permafrost / Ministry of Transport and Construction of the USSR. – Moscow, 1990. – 176 p.
18. SP 238.1326000.2015. Code of rules. The railway track was approved by Order No. 209 of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated July 6, 2015.
19. The official website of the project organization "CustomGeo": [Electronic resource]. Access mode: https://customgeo.ru, free. Accessed on February 15, 2026.
20. GOST 8267-93; Interstate Standard, crushed stone and gravel from dense rocks for construction work; Date of introduction: 1995-01-01.
21. Official website of infographics and data visualization: [Electronic resource]. Access mode: https://obrezka.com/karty/karta-rasprostraneniya-vechnoj-merzloty-v-rossii, free. Date of access – 15.02.2026.

К вопросу об изменении прочностных и деформационных параметров глинистых грунтов в условиях динамического нагружения

Вагурина Александра Викторовна
ассистент каф. Геотехники, Санкт-Петербургског государственного архитектурно-строительного университета, alexandra.vagurina@yandex.ru

Исследовательская работа представляет собой обзор результатов отечественных и зарубежных исследований поведения связных грунтов в условиях динамического воздействия. Рассмотрены механизмы динамического разжижения для разных типов грунта (песчаные, пылеватые и глинистые), при которых определены различные параметры (в том числе параметры вибрирования и характеристики грунта), влияющие на подверженность глинистых грунтов тиксотропному разупрочнению. Выявлены первопричины снижения прочности связных грунтов в результате тиксотропного разупрочнения. Приведены методики оценки жесткости глинистого грунта через величину относительного модуля сдвига и расчета коэффициента демпфирования с учетом рассеивания энергии колебаний. Установлена зависимость коэффициента поглощения и модуля сдвига от параметров вибрационного воздействия и геологических особенностей связного грунта, а также – влияние параметров вибрирования на деформационные характеристики связных грунтов.

Ключевые слова: Глинистый грунт, тиксотропия, динамическое разжижение, модуль сдвига, коэффициент поглощения, динамическая прочность.

Основная часть

Установлено, что при разработке котлованов с использованием строительной техники в условиях слабых водонасыщенных грунтов, возникают проблемы устойчивости откосов и строительных машин по причине подверженности грунтов тиксотропным явлениям [17].

Сопоставление глинистых и песчаных грунтов на подверженность динамическому разжижению показывает большую устойчивость к данному процессу связных грунтов [1]. В зависимости от физических характеристик грунта, могут быть рассмотрены три механизма разжижения – тиксотропное, свойственное для глин и тяжелых суглинков, плывунное, характерное для пылеватых песков, супесей и легких суглинков, и гравитационное, характерное для песков [7]. Отметим, что грунты, подверженные плывунному разжижению, способны пребывать в разжиженном состоянии в течение продолжительного времени по окончании динамического нагружения. Проявление тиксотропных свойств глинистых грунтов сводится к протеканию двух последовательных процессов – снижению вязкости с разупрочнением вследствие механического воздействия (например, вибрационного) и восстановление вязкости с упрочнением в состоянии покоя [6, 7].

Проверку на наличие тиксотропных свойств для легкой тугопластичной и тяжелой текучепластичной глин провела Сенцова Е.А. [4] в условиях динамического трехосного сжатия по схеме: 1. Загрузка: σ_1 = 50кПа; $\sigma_2 = \sigma_3$ = 50кПа; $\Delta\sigma_1$ = 13 кПа; f = 0,1 Гц; N = 15 циклов. Наблюдаются тиксотропное разупрочнение: рост осевой деформации и амплитуды осевой деформации. 2. Отдых: σ_1 = 50кПа; $\sigma_2 = \sigma_3$ = 50кПа; t = 15 мин. 3. Повторное нагружение: σ_1 = 50кПа; $\sigma_2 = \sigma_3$ = 50кПа; $\Delta\sigma_1$ = 13 кПа; f = 0,1 Гц N = 15 циклов. Наблюдаются тиксотропное упрочнение: снижается амплитуда осевой деформации; далее наблюдаются тиксотропное разупрочнение: постепенный рост амплитуды осевой деформации.

На степень тиксотропного разупрочнения оказывают влияние вязкость, минеральный состав, наличие органики, плотность, природная влажность, консистенция, индекс пластичности и характер динамического воздействия [5, 6, 7, 15].

По мере снижения плотности сложения грунта снижается и интенсивность динамического воздействия, соответствующая переходу в разжиженное состояние [6, 7].

Вязкость разжиженных супесей и легких суглинков ниже, чем у разжиженных глин [7]. Для тиксотропных грунтов большую опасность представляют вибрации, чем ударные нагрузки [6].

Тиксотропные свойства супесей (что не свойственно для других глинистых грунтов) проявляются при влажности, не превышающей оптимальную [6]. При величине влажности, большей оптимальной, подверженность тиксотропным преобразованиям значительно возрастает [6]. Экспериментальные исследования глин и суглинков в основании железнодорожного полотна высокоскоростных магистралей [15] показали, что максимальная прочность таких грунтов достигается при влажности $\left(W_p + 0,24I_p\right)...\left(W_p + 0,36I_p\right)$; при больших значениях влажности структурные связи между глинистыми частицами снижаются по мере возрастания толщины водных пленок; при меньших – силы взаимодействия достаточно велики, чтобы не возникало дополнительных динамических осадок.

По мнению Ступникова В.С. [6], тиксотропным преобразованиям могут быть подвержены любые глинистые грунты, подверженные интенсивному динамическому воздействию, однако, согласно [7, 8], среди глинистых грунтов супеси и легкие суглинки в наибольшей мере подвержены процессам динамического разжижения. Существуют и другие подходы к оценке динамической устойчивости связных грунтов. Так, процессам динамического разжижения подвержены тяжелые суглинки и глины с показателем пластичности I_p = 0,12…0,35 д.ед. [1]. По мнению [7], динамическое разжижение свойственно только водонасыщенным и близким к водонасыщенным грунтам. По мнению [6], тиксотропии могут быть подвержены грунты, содержащие от 2% по массе глинистых частиц. На основе полевых наблюдений последствий землетрясений в Китае во второй половине 1970-х гг Wang пришел к заключению, что пылевато-глинистые (содержанием по массе $\geq 15\%$ частиц размером $d < 0,005$ мм) грунты с природной влажностью, близкой к границе текучести $w \geq 0,9w_L$ подвержены динамическому разжижению [1]. Seed

уточнил критерий оценки динамической разжижаемости глинистых грунтов, предложив считать потенциально разжижаемыми грунты с влажностью $w \geq 0,8 w_L$, влажностью на границе текучести $w_L < 0,37$ и показателем пластичности $I_p > 0,12$ [1].

В качестве параметра для косвенной оценки разжижаемости глинистых грунтов можно воспользоваться величиной виброскорости V_S. В случае малости ее значения можно выдвинуть предположение о потенциальной разжижаемости грунта [8]. В качестве альтернативного способа оценки динамической устойчивости грунта принимают величину отношения касательных циклических и нормальных напряжений. Сейсмическую нагрузку на грунт можно выразить через величину приведенных циклических напряжений сдвига *CRS* [9]:

$$CRS = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_v} \quad (1)$$

где σ'_v – вертикальное обжимающее напряжение, τ_{av} – среднее значение ожидаемых циклических напряжений сдвига, определяемое:

$$\tau_{av} = 0,65 \gamma h \frac{a_{\max}}{g} r_d \quad (2)$$

где a_{max} – пиковое значение горизонтальных составляющих виброускорений, γ – удельный вес грунта h – глубина рассматриваемого сечения, g. – ускорение свободного падения, r_d - коэффициент уменьшения напряжений

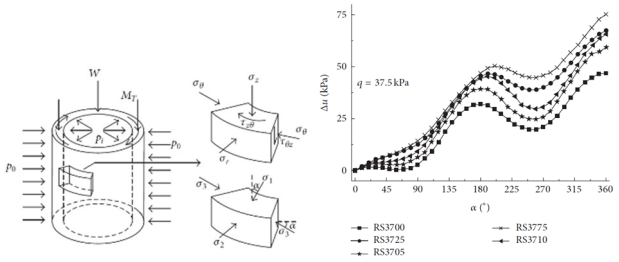
Динамическая устойчивость грунтов в значительной степени зависит от величины избыточного порового давления. В рамках исследования [11] были проведены испытания мягкопластичной глины на крутильный сдвиг с возможностью вращения главных напряжений на угол α относительно вертикальной оси, определяемый по формуле:

$$\alpha = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{2\tau_{\theta z}}{\sigma_z - \sigma_\theta} \right) \quad (3)$$

где σ_z, σ_θ, $\tau_{\theta z}$ – компоненты напряжений в соответствии с рисунком 8.

С точки зрения развития поровых давлений, процесс испытаний на крутильный сдвиг [11] можно условно разделить на 4 этапа: 1) $0 \leq \alpha \leq 90°$: прирост порового давления незначителен; 2) $90° \leq \alpha \leq 180°$: интенсивный прирост поровых давлений; 3) $180° \leq \alpha \leq 270°$: снижение поровых давлений; 4) $270° \leq \alpha \leq 360°$: интенсивный прирост поровых давлений. Полученные результаты говорят о значительном влиянии направления осей главных напряжений на прирост порового давления в условиях динамического нагружения.

Стоит отметить, что прирост поровых давлений может значительно отличаться в зависимости от схемы испытания: результаты испытаний [13] образцов-близнецов в условиях динамического трехосного сжатия и крутильного сдвига показали разброс в величине порового давления более, чем в 30%.



а) *б)*

Рисунок 1. Испытание на крутильный сдвиг с возможностью вращения всех осей а) напряженно-деформированное состояние образца [11], б) развитие порового давления по мере возрастания угла α между главными напряжениями и вертикальной осью [11]

Приложение динамической составляющей нагрузки к основанию, сложенному слабыми глинистыми грунтами, приводит к снижению их и без того малой прочности [16]. Полевой эксперимент Полунина В.М. [16] по вибропогружению и виброизвлечению шпунтовых свай подтвердил, что динамические воздействия от названных ранее строительных процессов приводят к нарушению структурных связей в околосвайном пространстве. В результате вибрирования окружающий сваю грунт разжижается при условии достижения динамическим ускорением величины $a_{разж} = 1,2...9,3$ м/с^2 [16].

Исследования Сенцовой Е.А. [4] показали, что прочность легкой тугопластичной и тяжелой текучепластичной глин в условиях динамического нагружения ниже, чем в условиях статического, угол внутреннего трения при этом оставался неизменным, а величина удельного сцепления уменьшилась не менее, чем в 2,5 раза. Результаты были получены в условиях статического и динамического трехосного сжатия. Автор [4] объясняет неизменность угла внутреннего трения отсутствием зависимости коэффициента трения от режима нагружения. Отметим, что, согласно проф. Абелеву М.Ю. [17], угол внутреннего трения глинистых грунтов снижается в условиях динамического воздействия, что создает противоречие с результатами, полученными Сенцовой Е.А. [4].

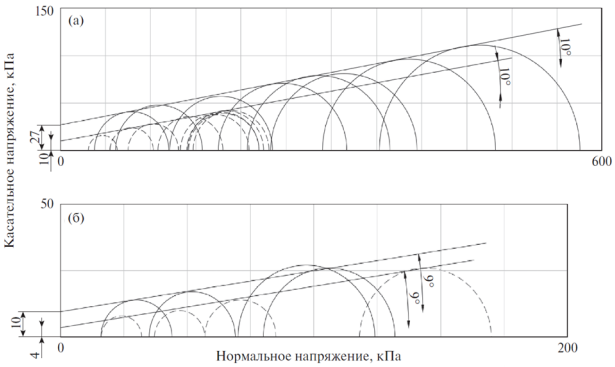


Рисунок 2. Диаграмма Кулона–Мора по результатам статических (сплошная линия) и динамических (пунктирная линия) трехосных испытаний для образов модельной глины легкой пылеватой тугопластичной (А) и глины тяжелой текучепластичной (Б) [4]

В условиях вибрирования снижается удельное сцепление пластичных и текучих связных грунтов [4, 15, 17]. На величину удельного сцепления в условиях динамического нагружения влияет амплитуда деформаций [15]:

$$C_{дин} = C_{\min} + \left(C_{\max} - C_{\min} \right) e^{-k\left(A - A^n\right)} \quad (1)$$

где $C_{дин}$ – сцепление грунта при некоторой величине действующей амплитуды колебаний A; C_{min} – сцепление, соответствующее амплитуде, увеличение которой вызовет дополнительное значительное уменьшение сцепления; C_{max} – сцепление в условиях статического нагружения; e – основание натурального логарифма; k – коэффициент виброразрушения; A^n – начальная амплитуда колебаний, действие которой снижает сцепление не более, чем на 4% [15].

Первопричиной тиксотропных преобразований глинистых грунтов являются процессы образования коагуляционных структурных связей [7]. Стоит отметить, что с возрастанием содержания глинистых частиц снижается склонность грунта к тиксотропному разупрочнению, что объясняется увеличением жесткости каркаса грунта по мере роста количества структурных связей [6]. Однако характер зависимости меняется по достижении определенного содержания глинистых частиц [6].

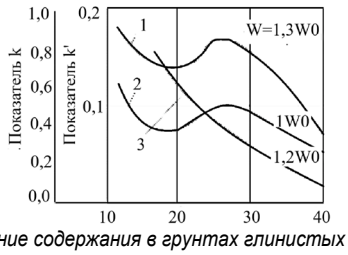


Рисунок 3. Влияние содержания в грунтах глинистых частиц на их тиксотропное разупрочнение: 1,2 – при вибрировании с частотой f = 50 Гц, 3 – при одиночном ударе [6]

Оценка жесткости грунта в условиях динамического нагружения производится исходя из величины отношения текущего модуля сдвига G к максимальному значению G_{max} (G_0) [18]. Величину текущего модуля сдвига можно выразить в соответствии с выражениями (3) и (4) [18, 20]:

$$G = \frac{\tau_C}{\gamma_C} \quad (4)$$

Где γ_C – амплитуда деформаций сдвига; τ_C – амплитуда касательных напряжений.

$$G = \rho V_S^2 \quad (5)$$

где V_s – скорость волн сдвига, ρ – плотность грунта.

Согласно данным Stokoe & Lodde, коэффициент пористости связного грунта влияет на модуль сдвига [1, 12], однако в малых диапазонах изменения плотности и влажности не просматривается явной зависимо-

сти модуля сдвига от указанных величин [5]. Исследования Вознесенского Е.А. в резонансной колонке [5] показали зависимость динамического модуля сдвига и коэффициента поглощения глинистого грунта от напряженного состояния. По мере увеличения нормальных напряжений возрастает динамический модуль сдвига и снижается коэффициент поглощения глинистых грунтов [5]. Характерно, что степень влияния напряжений сжатия на модуль сдвига выше, чем на коэффициент поглощения.

Начальный (и вместе с тем максимальный) модуль сдвига для глин можно определить по выражениям (5) или (6) [1]:

$$G_{max} = Ae^{-x}(\sigma_0')^n \quad (6)$$

где A, n, x – константы, определяемые экспериментально; e = 2,71– число Эйлера; σ'_0 – среднее эффективное напряжение.

$$G_{max} = A\frac{(B-e)^2}{1+e}(\sigma_0')^n \quad (7)$$

где A, B, n – константы, определяемые экспериментально; e – коэффициент пористости; σ'_0 – среднее эффективное напряжение.

Таблица 1

Значения экспериментальных констант для расчета начального модуля сдвига

Авторы	Значения констант *A, B, n, x*
Hardin & Black (1969) [1]	A = 330, B = 2,97, n = 0,5
Shibuya & Tanaka (1996) [1]	A = 5000, n = 0,5, x = 1,5
Kallioglou (2003) [1]	A = 1421, n = 0,623, x = 1,504
Yamada (2008) [1]	A = 4000, n = 1,0, x = 0,7
Marcuson & Wahls (1972) [3]	A = 450, B = 4,4, n = 0,5

Согласно [13, 20], оценку степени снижения модуля сдвига можно проводить в соответствии с выражением:

$$\delta = \frac{G_{eqN}}{G_{eq1}} = \frac{\tau_{cN}}{\tau_{c1}} = N^{-1} \quad (2)$$

где N – количество циклов нагружения, G_{eqN} – модуль сдвига, соответствующий N-му циклу нагружения, G_{eq1} – модуль сдвига, соответствующий 1-му циклу нагружения.

Hardin and Drnevich предложили эмпирическую гиперболическую зависимость, связывающую относительный модуль сдвига $\frac{G}{G_{max}}$ с уровнем деформаций сдвига [18]:

$$\frac{G}{G_0} = \frac{1}{1+\frac{\gamma}{\gamma_r}\left[1+\alpha e^{\left(-b\left(\frac{\gamma}{\gamma_r}\right)\right)}\right]} \quad (8)$$

где γ_r - отношение τ_{max} к G_{max}; $\alpha = 1+0,25\lg N$ - фактор цикличности; N – количество циклов; b -коэффициент, принимаемым равным 1,3 для водонасыщенных связных грунтов.

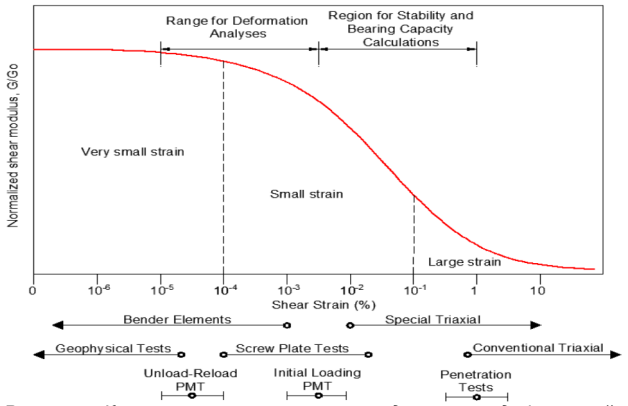
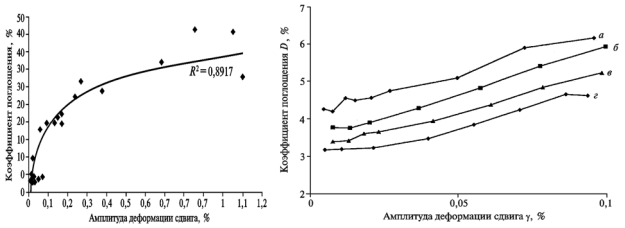


Рисунок 4. Кривая снижения жесткости в диапазонах деформаций с указанием методов испытаний [18]

В зависимости от величины относительного модуля сдвига $\frac{G}{G_{max}}$ можно рассматривать три диапазона деформаций (Рисунок 4): очень малые деформации (very small strain) – до 10^{-4}%, малые деформации (small strain) – от 10^{-4} до 10^{-1}% и больших деформации (large strain) более 10^{-1}% [18]. Зона очень малых деформаций соответствует постоянной жесткости и упругому деформированию грунта. В зоне малых деформаций модуль сдвига грунта снижается по нелинейному закону. Зона больших деформаций соответствует разрушению грунта.



А) *Б)*

Рисунок 5. А) Изменение поглощения глинистых грунтов в диапазоне средних деформаций сдвига по данным испытаний на резонансной колонке и динамического крутильного сдвига [5]. Б) Постепенное снижение коэффициента поглощения суглинка с увеличением продолжительности консолидации: а — 7200 с; б — 14 400 с; в — 28 800 с; г — 56 400 с [5]

С увеличением продолжительности процесса консолидации возрастает модуль сдвига и снижается коэффициент поглощения глинистого грунта [5]. Обратное показали результаты лабораторных исследований [13]: с увеличением количества циклов нагружения снижается модуль деформации и увеличивается коэффициент поглощения связного грунта. Полученный результат авторы [13] объясняли низкими значениями амплитуды деформации $(\varepsilon < 0,001\%)$, и малыми частотами воздействия $(f = 0,1Гц)$.

Минеральный состав грунта и наличие в нем органики влияют на величину коэффициента поглощения [5, 6]. Проф. Вознесенский Е.А. [5] подчеркивает, что особенно сильное влияние типа структурных связей на величину коэффициента поглощения и модуля сдвига. По этой причине коэффициент поглощения грунтовых паст превышает таковой при прочих равных условиях для исходных грунтовых образцов на 10-15% [5]. Показатель пластичности влияет на величину модуля сдвига грунта [12]. Zen et al. Лабораторно доказал, что для глин с большим индексом пластичности снижение модуля сдвига происходит более интенсивно при больших значениях деформаций сдвига [12]. Отмечается [3], что глины с низким значением числа пластичности I_p характеризуются значительно большим модулем сдвига, чем высокопластичные. Испытания на крутильный сдвиг проф. Месчана С.Р. [21] подтвердили зависимость коэффициента поглощения от скорости кручения, величины статического напряжения, плотности и консистенции глины.

Модуль сдвига грунта G оказывает влияние на скорость затухания колебаний, иначе говоря, на коэффициент демпфирования λ в соответствии с зависимостью [20]:

$$\lambda = \frac{1}{2\pi}\frac{\Delta E}{G\gamma_C^2} \quad (9)$$

где ΔE – площадь, ограниченная петлей и показывающая полную потерю энергии за цикл; γ_C – амплитуда деформации сдвига.

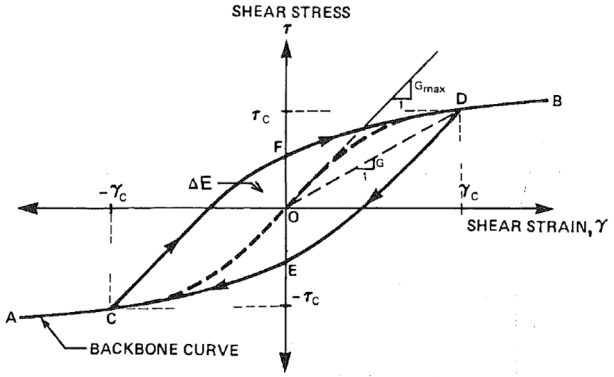


Рисунок 6. Кривая, описывающая напряженно-деформированное состояние грунта за первый цикл колебаний [20]

Отметим, что в отечественной литературе коэффициент демпфирования (поглощения) выражается практически идентично [13]:

$$D = \frac{\Delta W}{4\pi W} \quad (10)$$

где ΔW – удельная рассеянная энергия; W – энергия упругих деформаций.

Согласно проф. Савинову О.А. [2], за исключением плотных глин, динамические осадки могут проявляться во всех типах грунта. На величину и характер затухания динамических осадок в значительной степени влияет виброускорение. В пластичных глинистых грунтах незначительные по величине и слабо затухающие динамические осадки начинают развиваться при виброускорении, превышающем 5 см/с^2, незатухающие осадки – при виброускорении более 15 см/с^2 [2]. Проф. Баркан Д.Д. [14] указывал на зависимость величины динамической осадки от размера частиц. Увеличение амплитуды деформаций связного грунта значительно снижает модуль деформации [3].

Проф. Мирсаяпов И.Т. изучал развитие деформаций изменения формы и объема в условиях блочного режимного трехосного сжатия [10]. В рамках исследования [10] были рассмотрены повышающий, понижающий и стационарный режимы нагружения (Рисунок 7). В рамках повышающего режима наблюдался прирост осевых деформаций, в условиях пониженного режима прирост деформаций становится менее интенсивным, в стационарном режиме деформации стабилизируются [10].

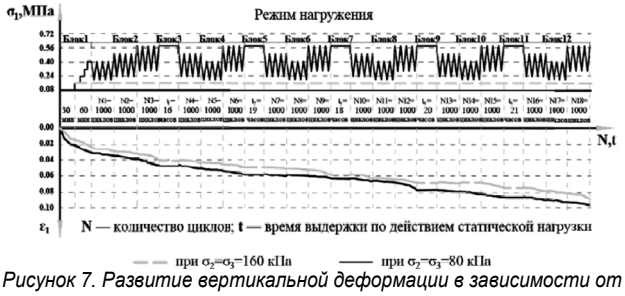


Рисунок 7. Развитие вертикальной деформации в зависимости от режима нагружения [10]

Seed & Chan были получены кривые зависимости осевых деформаций заиленной глины от количества циклов приложения нагрузки [19]. На графике (Рисунок 8) явно прослеживается взаимосвязь между амплитудой вибрационного воздействия и скоростью разрушения образцов – с увеличением амплитуды напряжений снижается количество необходимых для разрушения образца циклов нагружения. В исследованиях Сенцовой Е.А. [4] также было зафиксировано накопление осевых деформаций в процессе вибрирования.

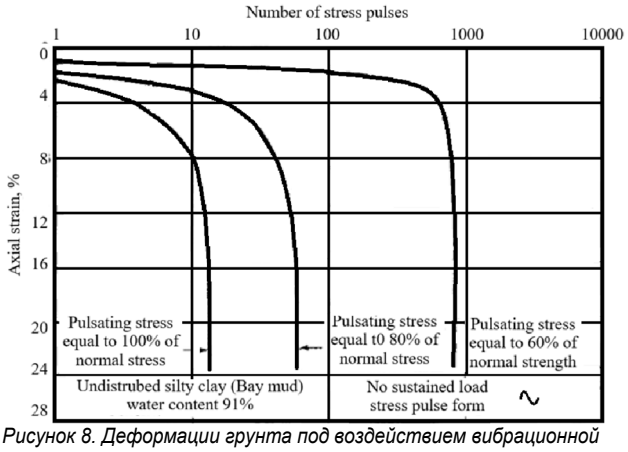


Рисунок 8. Деформации грунта под воздействием вибрационной нагрузки в направлении одной оси [19]

Выводы

1. В зависимости от гранулометрического состава существует три механизма разжижения грунта – гравитационное (для песчаных грунтов), плывунное (для пылеватых песков, супесей и легких суглинков) и тиксотропное (для тяжелых суглинков и глин). Наибольшую опасность представляет плывунный механизм разжижения.

2. На прочность глинистых грунтов в условиях динамического нагружения оказывают влияние напряженное состояние грунтового массива, параметры вибрирования и характеристики самого грунта: вязкость, минеральный состав, наличие органической компоненты, плотность сложения, природная влажность, показатели пластичности и текучести. В наибольшей степени подвержены разжижению водонасыщенные суглинки и глины.

3. В условиях вибрационного воздействия происходит разрушение коагуляционных структурных связей, вследствие чего снижается удельное сцепление грунта. На текущий момент существует противоречие во взглядах на вопрос влияния динамической нагрузки на угол внутреннего трения связных грунтов.

4. На величину модуля сдвига и коэффициента поглощения глинистого грунта при динамическом воздействии влияют скорость распространения волн сдвига, продолжительность динамического воздействия, амплитуда колебаний, напряженное состояние грунтового массива, плотность грунта, минеральный состав грунта, наличие органической составляющей, структура грунта и показатель его пластичности.

5. Деформационные характеристики связного грунта в условиях динамического загружения в значительной степени зависят от величины виброускорения, режима нагружения и амплитуды колебаний.

Литература

1. Болдырев Г.Г. Методы определения динамических свойств грунтов: монография / Г.Г. Болдырев, И.Х. Идрисов. – М.: ООО «Прондо», 2018. – 488 с. ISBN 978-5-9216226-4-4

2. Савинов, О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет / О. А. Савинов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Ленинград : Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1979. — 200 с.

3. Ishihara, K. Soil Behavior in Earthquake Geotechnics / Kenji Ishihara. — Oxford : Clarendon Press ; New York : Oxford University Press, 1996. — X, 350 p. : ill., maps. — (Oxford engineering science series ; 45). — ISBN 0-19-856224-1

4. Сенцова, Е. А. Параметры динамической прочности глинистых грунтов и методика их определения / Е. А. Сенцова, М. С. Никитин, Е. А. Вознесенский // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2023. – № 4. – С. 63-73. – DOI 10.31857/S0869780923040082. – EDN YIGRGW.

5. Вознесенский Е.А. Природа и закономерности поглощения волн напряжений в грунтах. Е.А. Вознесенский, Е.С. Кушнарева, В.В. Фуникова / ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 4. ГЕОЛОГИЯ. 2011. № 4 с.39-47

6. Ступников В. С., Данчук Е. М., Черкасова Л. И. Тиксотропия глинистых грунтов. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral», №. 1, 2020, с. 16-21.

7. Моргунов, К. П. Разжижение грунтов - причина аварий на гидротехнических сооружениях / К. П. Моргунов, П. А. Гарибин // Гидротехника. – 2022. – № 4(69). – С. 9-18. – DOI 10.55326/22278400_2022_4_9. – EDN JMPAQQ.

8. С. Г. Миронюк, В. Ю. Ионов. Оценка сейсмической разжижаемости грунтов южной части Баренцева моря. Грунтоведение. №2. 2022 г. с.51-57

9. Мирсаяпов И.Т., Королева И.В. Оценка сейсмостойкости слоистых грунтовых оснований, сложенных глинами и водонасыщенными песчаниками. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. — 2015 — №1 (31) — С.99-106

10. Мирсаяпов И. Т. Особенности деформирования глинистых грунтов при трехосном блочном режимном циклическом нагружении с учетом образования микро- и макротрещин / И. Т. Мирсаяпов, Шараф Хани Мохаммед Абдо // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. — 2020. — № 2 (52). — С. 7–13.

11. Zhou J. Influence of Intermediate Principal Stress on Undrained Behavior of Intact Clay under Pure Principal Stress Rotation / J. Zhou, J. Yan, C. Xu, X. Gong // International Scholarly Research Notices. — 2013. — Vol. 2013. — Article ID 950143. — 10 p. — DOI: 10.1155/2013/950143.

12. Sun, J. I. Dynamic Moduli and Damping Ratios for Cohesive Soils / J. I. Sun, R. Golesorkhi, H. B. Seed. – Berkeley : University of California, 1988. – 50 p. – (Report No. UCB/EERC-88/15).

13. Cavallaro, A., Modelling of Cyclic Behaviour of a Cohesive Soil by Shear Torsional and Triaxial Tests / Cavallaro, A., & Maugeri, M. – 2004. – DOI: 10.1201/9781439833452.p02.

14. Баркан, Д. Д. Динамика оснований и фундаментов / Д. Д. Баркан. – Москва ; Ленинград : Стройвоениздат, 1948. – 412 с.

15. Черныш А. С. Влияние динамической нагрузки на прочностные характеристики глинистых грунтов и устойчивость земляного полотна // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — 2016. — № 6. — С. 64–67.

16. Мангушев Р.А., Гурский А.В., Полунин В.М. Учет влияния технологических осадок зданий окружающей застройки при устройстве шпунтовых ограждений соседних котлованов // Жилищное строительство. 2020. № 6. С. 00–00. DOI: https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-6-00-00

17. Абелев М.Ю., Бахронов Р.Р., Козьмодемьянский В.Г. Новое в устройстве искусственных уплотненных оснований зданий и сооружений на слабых грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №9. С.76-81.

18. González-Hurtado, J., Newson, T. Small-strain behaviour of a carbonate clay till underlying a wind turbine shallow foundation by different in-situ and laboratory tests / J. Gonzalez-Hurtado, T. Newson // Proceedings of the 69th Canadian Geotechnical Conference. — Ottawa, Canada : Canadian Geotechnical Society, 2016. — С.

19. Prakash, Shamsher. Soil dynamics. — New York : McGraw-Hill, 1981. — ISBN 0-07-050658-2.

20. Vucetic, M. и Dobry, R. (1991). Effect of Soil Plasticity on Cyclic Response. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 117(1), 89-107

21. Месчан, С. Р. Диссипативные свойства глинистых грунтов при простом сдвиге / С. Р. Месчан // Известия национальной академии наук Армении. — 1998. — 51, № 3. — С. 34–39.

On the Change of Strength and Deformation Parameters of Clayey Soils under Dynamic Loading Conditions

Vagurina A.V.
St. Petersburg State University of

JEL classification: L61, L74, R53

The research paper provides an overview of the results of domestic and foreign studies on the behavior of cohesive soils under dynamic loading. The mechanisms of dynamic liquefaction for different soil types (sandy, silty, and clayey) are examined, with various parameters identified (including vibration parameters and soil characteristics) that affect the susceptibility of clayey soils to thixotropic softening. The root causes of the strength reduction in cohesive soils due to thixotropic softening are identified. Methods for assessing the stiffness of clayey soil through the relative shear modulus and for calculating the damping coefficient taking into account the dissipation of vibration energy are presented. The dependence of the absorption coefficient and shear modulus on vibration parameters and geological features of the cohesive soil is established, as well as the influence of vibration parameters on the deformation characteristics of cohesive soils.

Keywords: Clayey soil, thixotropy, dynamic liquefaction, shear modulus, damping ratio, dynamic strength.

References

1. Boldyrev, G.G., & Idrisov, I.Kh. (2018). Methods for determining the dynamic properties of soils. Moscow: Prondo. 488 p. ISBN 978-5-9216226-4-4.
2. Savinov, O.A. (1979). Modern designs of machine foundations and their analysis. 2nd ed. Leningrad: Stroyizdat, Leningrad Branch. 200 p.
3. Ishihara, K. (1996). Soil Behavior in Earthquake Geotechnics. Oxford: Clarendon Press; New York: Oxford University Press. (Oxford engineering science series ; 45). X, 350 p. ISBN 0-19-856224-1.
4. Sentsova, E.A., Nikitin, M.S., & Voznesensky, E.A. (2023). Parameters of dynamic strength of clayey soils and methods for their determination. Geoecology. Engineering Geology, Hydrogeology, Geocryology, (4), 63-73. DOI: 10.31857/S0869780923040082.
5. Voznesensky, E.A., Kushnareva, E.S., & Funikova, V.V. (2011). Nature and regularities of stress wave attenuation in soils. Moscow University Geology Bulletin, (4), 39-47.
6. Stupnikov, V.S., Danchuk, E.M., & Cherkasova, L.I. (2020). Thixotropy of clayey soils. Integral: International Journal of Applied Sciences and Technologies, (1), 16-21.
7. Morgunov, K.P., & Garibin, P.A. (2022). Soil liquefaction as a cause of accidents at hydraulic structures. Hydraulic Engineering, (4(69)), 9-18. DOI: 10.55326/22278400_2022_4_9.
8. Mironyuk, S.G., & Ionov, V.Yu. (2022). Assessment of seismic liquefaction susceptibility of soils in the southern part of the Barents Sea. Soil Science, (2), 51-57.
9. Mirsayapov, I.T., & Koroleva, I.V. (2015). Assessment of seismic stability of layered soil bases composed of clays and water-saturated sandstones. Proceedings of Kazan State University of Architecture and Engineering, (1 (31)), 99-106.
10. Mirsayapov, I.T., & Abdo, Sharaf Hani Mohammed. (2020). Features of deformation of clayey soils under triaxial block regime cyclic loading considering formation of micro- and macrocracks. Proceedings of Kazan State University of Architecture and Engineering, (2 (52)), 7-13.
11. Zhou, J., Yan, J., Xu, C., & Gong, X. (2013). Influence of Intermediate Principal Stress on Undrained Behavior of Intact Clay under Pure Principal Stress Rotation. International Scholarly Research Notices, 2013, Article ID 950143, 10 p. DOI: 10.1155/2013/950143.
12. Sun, J.I., Golesorkhi, R., & Seed, H.B. (1988). Dynamic Moduli and Damping Ratios for Cohesive Soils (Report No. UCB/EERC-88/15). Berkeley: University of California. 50 p.
13. Cavallaro, A., & Maugeri, M. (2004). Modelling of Cyclic Behaviour of a Cohesive Soil by Shear Torsional and Triaxial Tests. DOI: 10.1201/9781439833452.p02.
14. Barkan, D.D. (1948). Dynamics of bases and foundations. Moscow; Leningrad: Stroyvoenmorizdat. 412 p.
15. Chernysh, A.S. (2016). Effect of dynamic loading on strength characteristics of clayey soils and stability of roadbed. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, (6), 64-67.
16. Mangushev, R.A., Gurskiy, A.V., & Polunin, V.M. (2020). Accounting for the influence of technological settlements of surrounding buildings during the installation of sheet piling of adjacent excavation pits. Housing Construction, (6). DOI: https://doi.org/10.31659/0044-4472-2020-6-00-00.
17. Abelev, M.Yu., Bakhronov, R.R., & Kozmodemyansky, V.G. (2015). New developments in the construction of artificial compacted foundations for buildings and structures on soft soils. Industrial and Civil Engineering, (9), 76-81.
18. González-Hurtado, J., & Newson, T. (2016). Small-strain behaviour of a carbonate clay till underlying a wind turbine shallow foundation by different in-situ and laboratory tests. In Proceedings of the 69th Canadian Geotechnical Conference. Ottawa, Canada: Canadian Geotechnical Society.
19. Prakash, S. (1981). Soil Dynamics. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-050658-2.
20. Vucetic, M. и Dobry, R. (1991). Effect of Soil Plasticity on Cyclic Response. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 117(1), 89-107
21. Meschyan, S. R. Dissipative properties of clayey soils under simple shear / S. R. Meschyan // Proceedings of the National Academy of Sciences of Armenia. — 1998. — Vol. 51, No. 3. — Pp. 34–39.

Казанский аэровокзал: интерьеры памятника сталинского ампира в ракурсе исторического прошлого и реставрационного будущего

Веселовская Екатерина Алексеевна
студент, ИДиПИ К(П)ФУ, EAVeselovskaya@kpfu.ru,

Беденко Ираида Владимировна
старший преподаватель, ИДиПИ К(П)ФУ, IVBedenko@kpfu.ru,

Мусина Карина Ирековна
кандидат исторических наук, доцент, ИДиПИ К(П)ФУ, KIMusina@kpfu.ru

Статья посвящена истории сооружения и состоянию сохранности в Казани выдающегося образца сталинской архитектуры – объекта культурного наследия регионального значения «Здание Аэровокзала». Автор раскрывает особенности интерьеров, декоративного оформления залов и выявляет проблемы, которые должны решить реставраторы в ходе восстановления и реновации здания аэропорта, воздвигнутого в самом конце сталинской эпохи.
Ключевые слова: сталинский ампир, советская авиация, казанский Аэровокзал, исторический интерьер, сохранность элементов интерьера, реновация культурного достояния.

Введение

Силуэт города, благодаря которому в сознании жителей закрепляется образ неповторимых панорамных видов, в российских агломерациях во многом сформирован сталинскими зданиями. Сооружение в СССР построек в особом стиле, получившем названия «советский монументальный классицизм», «сталинский ампир», являлось не только новым опытом по освоению вертикали и созданию комбинированной архитектурной формы, но и символом могущества страны Советов, её триумфального возрождения после тяжелейшей войны. Венцом строительного искусства стали московские многоэтажные здания с высокими шпилями и башнями, взмывающими в небо. По примеру Москвы и в других городах страны стали строится подобные сооружения, примечательные своим особым эстетическим обликом, величественным и парадным [см. подробнее: 3]. Советское зодчество 1930-1950-х годов отличалось эклектикой, соединившей черты античной и ренессансной архитектуры, барокко, ампира эпохи Наполеона, позднего классицизма, американского арт-деко и даже неоготики. В оформлении фасадов и стен широко использовались лепнина, мозаика. Непременным атрибутом являлся богатый декор с советской символикой. Для интерьеров применялись дорогие материалы: мрамор, гранит, бронза, просторные вестибюли отличались роскошной отделкой [1]. Достижения столичных зодчих стали предметом обращения и подражания в провинциях, повсюду в стране появились дома с башенными завершениями, шпилями и лепной орнаментикой, позволявшей также выразительно запечатлеть локальный колорит [3, с.104-105]. Масштабы и материалы были, конечно, скромнее, но общий стиль выдерживался повсеместно.

Интерес к архитектуре сталинской эпохи сохраняется и в настоящее время, продолжают выходить публикации историков архитектуры, культурологов, знатоков-краеведов, посвящённые градостроительному наследию той поры. Вместе с тем, всё больше проявляется фактор времени, когда уходят свидетели и участники создания памятников, утрачивается ощущение «этоса» эпохи, наблюдается сдвиг общественного внимания к более современным строениям и проектам. Специалисты также отмечают, что при всей явленности внешнему взору сталинские здания, сооруженные даже в Москве, мало известны исследователям и широкой аудитории как объекты разностороннего углублённого анализа [5, с.176]. В ещё большей степени можно говорить о недостаточной изученности советской архитектуры 1930- 1950-х годов в столицах автономных республик. Особенно актуальным в аспекте практического использования памятников истории выступает изучение реставрации интерьеров отдельных зданий в стиле сталинского ампира, сооруженных в Казани, столице ТАССР. Целью данной статьи является выявление общественной значимости и специфики реставрации интерьеров здания казанского Аэровокзала. В качестве материалов использованы литература по истории казанской архитектуры и научно-проектная документация на реставрацию интерьеров объекта культурного наследия регионального значения «Здание Аэровокзала». Авторами использованы исторический, сравнительный и дескриптивный методы.

Основная часть

Здание Аэровокзала (1954 г., архитектор Николай Макареня) расположено в исторической части города Казани, на рельефе местности и построено за красными линиями главным фасадом вдоль улицы Патриса Лумумбы. Это сооружение находится на Арском поле, на месте небольшой аэроплощадки.

В 1923 году Совет труда и обороны РСФСР утверждает план развития авиалиний, включая создание линии Нижний Новгород – Казань и Казань – Саратов. На самой протяжённой воздушной трассе Москва – Иркутск 27 марта 1929 года была открыта аэростанция «Казань», а в 1932 г было построено первое здание аэровокзала. Это в целом одноэтажное строение имело в средней части небольшую надстройку из двух дополнительный этажей, третьим этажом служил деревянный сруб. Недалеко от здания аэровокзала на территории лётного поля возвели ангар для самолётов. Сюда в 1933 году прибыли первые самолёты – пассажирские АНТ-9 и К-5, что положило начало развитию гражданской авиации в республике. 18 августа 1933 года аэродром на Арском поле стал местом проведения первого празднования Дня Воздушного Флота СССР (Дня авиации), учреждённого Советом Народных Комиссаров СССР 28 апреля 1933 года. В этот день состоялся воздушный парад, в котором участвовало три звена самолётов Осоавиахима. Начиная с 1935 года, аэродром

функционировал как важное промежуточное звено на московско-сибирском направлении. Здесь производили посадку от 5 до 7 самолетов в день, и летали знаменитые советские пилоты, полярные летчики М.С. Бабушкин и М.В. Водопьянов (впервые совершили посадку на Северном полюсе в 1937 г.); И.В. Доронин, В.С. Молоков, М.Т. Слепнёв (участники операции по спасению экспедиции парохода «Челюскин» в 1934 году, трое из семёрки первых Героев Советского Союза (20.04.1934); М.Т. Слепнев и морской полярный лётчик Б.Г. Чухновский (командовал в 1928 г. спасением экспедиции Нобиле, экипажа дирижабля «Италия», потерпевшего катастрофу в Арктике).

1 января 1940 года на маршрут Москва – Иркутск вышел новейший советский самолёт Ли-2, ставший основным самолётом «Аэрофлота» до 1947 года. В конце 1940-х годов на авиалинии страны, в том числе и те, которые проходили через Казань, поступил самолёт Ил-12 – первый отечественный лайнер, спроектированный специально для пассажирских перевозок.

Период с 1950 по1960-е годы называют «золотым» в истории советской авиации. В это время на международные и местные линии один за другим прибывали новые самолёты, быстро росло число пассажиров, воздушными линиями охватывались не только крупные российские города, но и районные центры автономных республик, строились новые аэровокзалы.

Здания воздушных портов сооружались в стиле «сталинского классицизма», имели единообразную конструкцию, отличаясь в зависимости от местных особенностей архитектоникой портика, колоннад, башни над входом, балюстрады, оформлением интерьера. Казанский аэровокзал был воздвигнут на основе архитектурного решения Московского проектного института «Аэропроект» (главный архитектор Николай Макареня). Строительство продолжалось с 1950 по 1954 годы (*см. рисунок 1).*

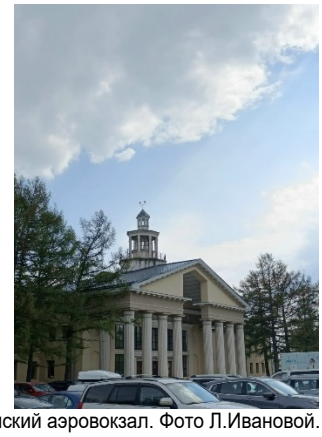


Рисунок 1. Казанский аэровокзал. Фото Л.Ивановой. 2024

Открытие 30 марта 1954 года на территории аэростанции нового здания стало большим событием для Казани и республики, поскольку проект во всех аспектах был продуман до мелочей, а фасады и интерьеры восхищали пассажиров удобством, светлыми помещениями и роскошным декором. Сооружение представляло собой прямоугольное двухэтажное строение длиной около 100 метров. Лицевой фасад в центральной части украшал выступающий портик с прерванным фронтоном и десятью колоннами. Портик завершала конусообразная башня-бельведер в виде сквозной шатровой башенки с белой колоннадой и круговой смотровой площадкой с металлической оградой. Задний фасад, перед которым располагалось лётное поле, состоял из двух портиков с четырьмя колоннами. В северном торце размещался ризалит, а в южном – портик, который поддерживался четырьмя колоннами.

Основу внутренней планировки здания составляли три расположенных в анфиладе зала с колоннами – центральный и два боковых, занимающих по вертикали пространство в два этажа. Интерьер залов был оформлен лепным декором и кессонированными потолками. Центральный двусветный зал *(см. рисунок 2)* украшали 6 живописных панно в стиле социалистического реализма (на одном из них изображены силуэты В.И. Ленина и И.В. Сталина). Для оформления интерьеров аэровокзала были привлечены силы студентов факультета монументальной живописи Московского института прикладного и декоративного искусства, директором которого являлся выдающийся художник-монументалист А.А. Дейнека [2].

Фрески располагались на фризе в пространствах между колоннами. Студенты выполнили шесть росписей, сгруппированных тематически: **«Встреча болгарских крестьян с колхозниками» (два** панно, выполнены В. Якименко) и **«Открытие Волго-Донского канала» (4 панно, выполнены Г. Ермолаевым).** В зале ожидания над входным проёмом находилась фреска под названием «Молодой Ленин на студенческой сходке в Казанском университете 4 декабря 1887 года» (авторство не установлено). Плафоны (потолочные перекрытия) для аэровокзала расписывали И. Сорокин и С. Иванов [см. подробнее о содержании панно: 2].

Рисунок 2. Казанский аэровокзал. Интерьер центрального зала. Фото Л.Ивановой. 2024

Колонны были сделаны из цветного искусственного мрамора, напоминая тёмно-зелёной расцветкой малахит *(см. рисунок 3).* Входы в боковые пространства между второй и третьей колоннами, если считать со стороны выхода на лётное поле, по краям украшали фрески в стиле гризайль с имитацией лепнины.

Рисунок 3. Казанский аэровокзал. Интерьер в процессе реставрации. Фото Л.Ивановой. 2026

Богатый лепной декор в татарской национальной стилистике для интерьера здания выполнил И.А. Ковалев – ученик известного казанского мастера М.А. Густова. Михаил Александрович оформил лепниной множество казанских особняков начала XX века и продолжил свою работу после революции. Все залы украшали хрустальные люстры из бронзы, мозаичные и паркетные полы были застелены ковровыми дорожками, расставлена изящная мебель.

Общая площадь здания составляла свыше 1700 м². В современном по тем временам помещении аэровокзала помимо служб аэропорта имелись зал ожидания, комната отдыха, комната матери и ребёнка, парикмахерская, телеграф, междугородный телефон, почта. Рядом с аэровокзалом располагалась удобная гостиница. Штат служащих включал дежурных, контролёров, врачей, а также носильщиков, чьи услуги были бесплатными. Работал отличный ресторан с богато сервированными столами. Кухня ресторана была оборудована по последнему слову техники: здесь имелись механические приспособления для приготовления еды, мытья посуды, большие холодильники [2].

Одновременно с казанским аэровокзалом по данному проекту были возведены аэровокзалы в Омске, Красноярске, Челябинске и других городах.

С 1 мая 1954 года стали совершаться регулярные полёты в Китай по маршруту «Москва - Казань - Свердловск - Омск - Новосибирск – Красноярск – Иркутск – Улан-Батор – Пекин». К 1970-м годам здание перестало соответствовать требованиям времени, поэтому в 1972 году было принято решение о строительстве нового аэропорта «Казань-2» в 26 километрах южнее города со взлётной полосой длиной 2500 метров. В 1979 году на новую площадку был перенесён магистральный аэропорт. В старом здании обслуживались пассажиры местных авиалиний.

В конце 1980-х годов после перевода местных рейсов здесь стало размещаться местное представительство агентства «Аэрофлот», позже преобразованное в Татарское агентство воздушных сообщений (ТАВС). Именно эта организация в постсоветский период стала собственником здания, гендиректор которой В.Н. Хусаинов организовал его реконструкцию. В результате этой реконструкции были обновлены фасады и

интерьер здания с сохранением аутентичной лепнины и настенных живописных панно. После закрытия старого аэропорта Казань-2 здание аэровокзала в 2004 году перешло к другому собственнику, не имевшему отношения к авиации. Помещения стали активно сдаваться в аренду различным организациям [4].

В 2022 году собственник продал аэровокзал под штаб-квартиру фирме «Татнефтепроводстрой», по заказу этой фирмы в этом же году начались комплексные научные и инженерно-технические исследования старого аэровокзала. Реставрационные работы поручили авторскому коллективу и исполнителям ООО «АПМ» Эклектика». Сюда вошли Л.Н. Иванова (главный архитектор проекта, автор проекта, научный руководитель), Л.В. Власова (главный инженер, автор проекта), М.Д. Ахорова (архитектор, автор проекта), О.А. Андреева (архитектор) [4].

При проведении общих инженерных визуальных обследований и обмерных работ в августе 2022-2023 гг. были обнаружены существенные повреждения и дефекты. Сохранность элементов наружного и внутреннего декора эксперты в целом сочли удовлетворительной, но часть важнейших фрагментов здания была в аварийной форме.

Что из себя представляли интерьеры аэровокзала и в каком состоянии они дошли до начала реставрации 2023 года?

Исходный вид. Внутренние помещения включали колонны с отделкой по технологии искусственного мрамора, лепной декор стен и кессонированных потолков, сохранившуюся настенную живопись. Колористическое решение интерьеров отличалось светлой, сбалансированной палитрой красок. Полы в помещениях были выполнены из различного типа материалов и различного состава оснований. Основные типы покрытий – это керамогранитная плитка, гранитные плиты серого цвета, мраморные плиты белого цвета, паркетные полы, линолеум.

Главный двухсветный зал с двумя рядами колонн со стилизованными капителями, на которые был установлен цилиндрический сводчатый потолок, украшали восьмигранные профилированные кессоны с розетками в центре (*см. рисунок 4).* В уровне второго этажа вдоль северной стены располагалась галерея с арочными оконными проемами с балюстрадами в подоконной части. Стены зала, как уже было отмечено, украшали исторические живописные панно.

Рисунок 4. Казанский аэровокзал. Интерьер центрального зала в процессе реставрации. Фото Л.Ивановой. 2026

Западный и восточный двухсветные залы включали два ряда колоннад, на которых находился антаблемент с карнизом с лепным растительным орнаментом, рядами акантовых листов, дентикул, розеток. Капители колонн были выдержаны в стилистике коринфского ордера. Входы в зал обрамляла двусветная арочная ниша, в верхней части которой располагался балкон, огороженный балюстрадой. В восточной части здания зала большая двухсветная ниша полуциркульной формы была украшена в уровне карниза лепным рядом из венков и лент.

Холлы двух этажей, соединявшие между собой три зала, имели профилированные капители, украшенные лепными цветами, а также профилированные тяги под современной подшивкой потолков. Потолок галереи второго света главного зала, расположенной со стороны главного северного фасада, украшался лепными кессонами, аналогичными кессонам главного зала [4].

Оценка состояния. Проведенные исследования показали, что историческое оформление интерьеров сохранилось лишь частично. Потолки и стены помещений изначально оштукатуренные и покрашенные, были подвергнуты изменениям. В интерьерах здания, после перепланировок последних лет, выявлена современная отделка помещений, в частности, многочисленные гипсокартонные обшивки и подвесные потолки системы «Армстронг» [4].

Колонны западного и восточного залов, изначально выполненные в технике искусственного мрамора, приобрели после ряда вмешательств другой вид: на отдельных участках колонн наблюдались следы окрашивания поверх отделки под искусственный мрамор, а капители были окрашены разноцветными яркими эмалевыми покрытиями, совершенно исказившими исторический вид всего зала.

Полы восточного зала, как показали проведённые шурфы [4], были выполнены из белого мрамора, полы западного зала и подлестничного пространства первого этажа – из мозаичного бетона, а полы в уровне второго этажа западного крыла выложены паркетом. Конструкция полов в залах изначально была выполнена в технологии «теплый пол». На момент начала реставрации 2022 года покрытие полов первого этажа, включая восточный и западный зал, часть главного зала оказалось выложенным керамогранитной плиткой. В уровне второго этажа паркетные полы заменили керамической плиткой, линолеумом и ламинатом, а площадки и ступени двухмаршевых лестниц выложили керамической и частично мраморной плитками.

Следует отметить, что в интерьерах сохранились некоторые оригинальные образцы, например, лестничный марш, ведущий на чердак, с бетонными профилированными ступенями серого цвета с гранитными мелкодисперсными вкраплениями и металлическим кованным ограждением. Однако подлинные металлические кованные ограждения лестниц и профилированные бетонные подоконные плиты, а также осветительные приборы, мебель, ковры оказались утраченными.

Историческое колористическое решение интерьеров, являющееся предметом охраны, как показали натурные исследования [4], также подверглось варварским переделкам. По проекту 1954 года потолки залов, балюстрады, лепные наличники были окрашены в белый цвет; лепной декор потолков залов, капителей колонн – в светло-серый цвет. Поверхность колонн западного и восточного залов изначально была отделана декоративной штукатуркой в технологии искусственного мрамора со слоями воскового покрытия, в западном зале – светло-коричневых оттенков, в восточном зале – сине-зеленых оттенков; поверхность колонн главного зала окрашена в цвет светлой слоновой кости. Состояние в 2022 году отличалось тем, что окрашенные современными красками колонны главного и восточного залов приобрели светло-бежевый цвет, детали лепного потолка главного зала оказались покрыты бронзовой краской, капители восточного зала – выкрашены в флуоресцентные цвета.

По результатам обследования были даны обширные сделаны рекомендации [см. подробнее: 4]. По заказу АО «Татнефтепроводстрой», офис которого размещался в здании, реставраторы приступили к разработке плана реновации. Для устранения выявленных в процессе обследования дефектов и повреждений и приведения здания в работоспособное техническое состояние предлагалось выполнить:

– демонтаж элементов современных перепланировок в интерьерах объекта: металлической площадки на стойках в помещении зала в осях 17/Б-В, кирпичных и гипсокартонных перегородок, обшивки стен гипсокартоном, подвесных потолков, современных покрытий полов, оконных и дверных заполнений проемов интерьера; отделку лестниц и их ограждений современного образца, выполнить раскрытие заложений дверных проемов.

– устройство проемов для системы вентиляции в двусветном зале в осях А-Г/16-17; устройство перегородок из керамического кирпича, ГКЛ, ГКЛВ, перегородок на алюминиевом профиле глухих и остекленных; устройство полов, подвесных потолков;

– работы по замене и устройству инженерных коммуникаций: систем электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, отопления и вентиляции, сетей связи.

– работы по реставрации штукатурного слоя стен и потолков интерьеров реставрационными «дышащими» составами;

– реставрацию декоративного штукатурного слоя отделки колонн залов под искусственный мрамор.

– реставрацию покрытий площадок и ступеней лестниц;

– изготовить и установить металлические ограждения лестниц с деревянными поручнями в соответствии с историческим образцом, провести реставрацию сохранившихся ограждений лестниц;

– реставрацию и восстановление декоративных лепных элементов в интерьерах на основании натурных исследований;

– отделку внутренних помещений в соответствии с технологическими рекомендациями и цветовым решением на основании натурных исследований;

– изготовить и установить новые дверные заполнения в интерьерах.

К великому сожалению, вся проделанная архитекторами и инженерами работа завершилась нулевым результатом. Начавшаяся в 2022-2023 гг. реставрация была остановлена, и выдающийся памятник культурного наследия до сих пор остаётся в крайне запущенном и неприглядном состоянии.

Выводы

Как показывает даже самый беглый экскурс в историю возникновения казанского аэровокзала, данное сооружение связано с выдающимися

именами и событиями в жизни нашего Отечества. В эстетическом отношении он является одной из жемчужин региональной сталинской архитектуры, а в социальном и инженерно-техническом плане – образцом воплощения передовых для своего времени общественных идеалов и строительно-конструктивных решений. Уникальный памятник необходимо реставрировать, восстановив тщательным образом первоначальный облик его фасадов и интерьеров. Идея обустройства музея татарстанской авиации в его стенах представляется актуальной и своевременной. Это нужно не только для укрепления исторической памяти, патриотического сознания, общенационального достоинства, но и для утверждения в условиях меркантильного времени значимости непреходящих культурных ценностей, в которых воплотилась великая мечта и самоотверженный труд советских архитекторов, инженеров и строителей.

Литература

1. Архитектура сталинского ампира. [Электронный ресурс]. URL: https://sovietmuseum.ru/historical-periods/postwar-recovery/arhitektura-stalinskogo-ampira/ (дата обращения: 02. 06. 2026).
2. Кто украсил воздушные ворота Казани. [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/@krot.guide-kto-ukrasil-vozdushnye-vorota-kazani/ (дата обращения: 11. 05. 2026).
3. Саначин С.П. Экскурс в архитектурную жизнь советской Казани. Иллюстрированное повествование на стыке истории и градостроительства в 1918-1991 годах. Ч.2. Казань: Фолиант, 2015. 240с.
4. Разработка научно-проектной и проектной документации на реставрацию интерьеров объекта культурного наследия регионального значения «Здание Аэровокзала», 1954 г. Раздел 3. Проект реставрации и приспособления. Подраздел 1, 2. Пояснительная записка с обоснованием принятых решений. Казань: ООО АПМ «Эклектика», 2024. 71 с.
5. Шашкова Н.О. История, историко-культурное значение и современное использование наследия советской архитектуры: гостиница «Ленинградская». Пространство и время. 2014; (1-15):176-186.

Kazan Air Terminal: The Interiors of a Stalinist Empire-Style Monument from the Perspective of the Historical Past and the Future of Restoration

Veselovskaya E.A., Bedenko I.V., Musina K.I.
Kazan (Volga Region) Federal University

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the history of construction and the state of preservation of an outstanding example of Stalinist architecture in Kazan, the Aerovokzal Building, a cultural heritage site of regional significance. The author reveals the features of the interiors and decorative design of the halls, and identifies the challenges that restorers must address during the restoration and renovation of the airport building, which was constructed at the very end of the Stalinist era.

Keywords: Stalinist Empire style, Soviet aviation, Kazan Aerovokzal, historical interior, preservation of interior elements, renovation of cultural heritage.

References

1. Stalinist Empire architecture. [electronic resource]. URL: https://sovietmuseum.ru/historical-periods/postwar-recovery/arhitektura-stalinskogo-ampira/ (accessed on: 02. 06. 2026).
2. Who decorated the Kazan air gate. [electronic resource]. URL: https://vk.com/@krot.guide-kto-ukrasil-vozdushnye-vorota-kazani/ (accessed on: 11. 05. 2026).
3. Sanachin S.P. An Excursion into the Architectural Life of Soviet Kazan. Illustrated narrative at the intersection of history and urban planning in 1918-1991. Part 2. Kazan: Foliant, 2015. 240 p.
4. Development of scientific, design, and project documentation for the restoration of the interiors of the cultural heritage site of regional significance "Airport Terminal Building", 1954. Section 3. Restoration and adaptation project. Subsection 1,2. Explanatory note with justification of the decisions made. Kazan: LLC APM "Eklectika", 2024. 71 p.
5. Shashkova N.O. History, historical and cultural significance, and modern use of the legacy of Soviet architecture: the Leningradskaya Hotel. Space and Time. 2014; (1-15):176-186.

Оценка эффективности зеленых крыш при адаптации жилых зданий к климатическим изменениям

Воробьева Лилия Сергеевна
Белгородский государственный институт искусств и культуры,
vorobewalili4@gmail.com

Предмет статьи – эффективность зеленых крыш как архитектурно-строительного приема адаптации жилых зданий к климатическим изменениям. Цель исследования состоит в аналитической оценке функций зеленых крыш в жилой среде с учетом теплового, энергетического, водорегулирующего и эксплуатационного эффектов. Использованы анализ научных публикаций, сравнительное сопоставление архитектурных приемов адаптации, классификация показателей эффективности, обобщение исследований. Научная новизна связана с рассмотрением зеленой крыши как составного элемента климатической адаптации жилого здания, где тепловая защита, задержание осадков, снижение нагрузки на инженерные сети и повышение устойчивости городской среды оцениваются в единой логике. Практическая полезность результатов состоит в уточнении критериев, по которым зеленые крыши целесообразно закладывать в проекты нового строительства и реконструкции жилых зданий.

Ключевые слова: зеленые крыши, жилые здания, климатическая адаптация, экологическая безопасность строительства, перегрев зданий, городской остров тепла, ливневый сток, энергоэффективность, озеленяемая кровля, пассивное охлаждение.

Введение

Климатические изменения усиливают нагрузку на жилую застройку через повышение летних температур, учащение периодов перегрева, рост пикового спроса на охлаждение и увеличение риска локальных подтоплений при интенсивных осадках. Для городских территорий данная проблема приобретает строительное измерение: здание уже нельзя рассматривать лишь как ограждающую конструкцию, отделяющую внутреннее пространство от наружной среды. Кровля, фасад, окна, вентиляционный режим и прилегающая территория участвуют в формировании теплового и водного баланса жилой среды.

В архитектурной практике адаптация зданий к климатическим изменениям опирается на совокупность пассивных и природоориентированных приемов. Ночное проветривание снижает перегрев за счет вывода накопленного тепла в более прохладные часы. Отражающие фасады и светлые покрытия уменьшают поглощение солнечной радиации. Зеленые крыши работают иначе: растительный слой, субстрат и дренажная система меняют тепловой режим кровли, задерживают часть осадков, повышают испарительное охлаждение и создают дополнительный биологически активный слой в плотной застройке.

Цель исследования – оценить эффективность зеленых крыш при адаптации жилых зданий к климатическим изменениям на основе анализа отечественных и зарубежных научных публикаций.

Для достижения цели поставлены задачи:

1) определить основные функции зеленых крыш в системе климатической адаптации жилого здания;

2) выделить показатели, по которым оценивается их эффективность;

3) сопоставить потенциал зеленых крыш с другими архитектурными приемами снижения тепловой и водной нагрузки.

Научная новизна исследования состоит в том, что зеленая крыша рассматривается как многофункциональный элемент экологически безопасного строительства, связывающий тепловую защиту здания, регулирование поверхностного стока, снижение перегрева городской среды и повышение устойчивости жилой застройки к климатическим колебаниям.

Материалы и методы

Материалами исследования послужили отечественные и зарубежные публикации, раскрывающие архитектурно-конструктивные, климатические, теплотехнические и экологические характеристики зеленых крыш. Д.В. Блохина [1] рассматривает экологические параметры зеленых крыш жилых зданий и примеры их использования в жилой застройке. А.А. Кадысева, С.В. Максимова, О.В. Сидоренко и В.В. Миронов [2] анализируют перспективы применения зеленых кровель в России с учетом атмосферных осадков и природно-климатических условий. С.В. Корниенко, Т.О. Цитман и П.В. Синькевич [3] раскрывают типологические, архитектурно-конструктивные и климатические характеристики озеленяемых крыш. С.Г. Шеина, Р.В. Балашев, Р.Д. Шахиев и У. Шисяо [4] обращаются к стандартам зеленых крыш в строительных объектах и нормативной стороне их внедрения. Ф. Барриусо и Б. Урбано [5] предлагают межконтинентальное сопоставление зеленых крыш и стен как средств смягчения климатических последствий в городах. П. Бевилаква [6] обобщает данные о влиянии зеленых крыш на энергопотребление зданий в разных климатических зонах. С. Цзя, Ц. Вэн, Ч. Ю, Х. Сяо и Ц. Чжун [7] исследуют энергосберегающий эффект зеленых и холодных крыш с учетом текущего и будущего климата. Г. Михалакаку и соавторы [8] систематизируют данные о зеленых крышах как природоориентированном решении для городской устойчивости. Т.П. Сколаро, Э. Гизи и К.М. Силва [9] сопоставляют зеленые и холодные крыши по энергетическим, температурным и комфортным параметрам в жилых зданиях. С. Чжао и С. Чжан [10] анализируют связь кровельных технологий, энергопотребления здания и эффекта городского острова тепла.

Методическую основу составили анализ научных публикаций, сравнительное сопоставление, классификация, обобщение и синтез. Анализ позволил выявить функции зеленых крыш в адаптации жилых зданий; сравнительное сопоставление применено для оценки зеленых крыш наряду с ночным проветриванием и отражающими покрытиями; классификация использована для группировки показателей эффективности; синтез позволил связать тепловые, водорегулирующие и эксплуатационные характеристики в единую схему оценки.

Результаты и обсуждение

Зеленая крыша в жилом здании выполняет несколько взаимосвязанных функций, каждая из которых влияет на адаптацию застройки к климатическим изменениям. На уровне здания она снижает тепловое воздействие на кровлю за счет растительного покрова, субстрата и испарения влаги. На уровне участка и квартала она участвует в задержании дождевой воды, уменьшает мгновенный сброс в ливневую систему и частично компенсирует дефицит озелененных поверхностей. В жилой застройке данная технология приобретает особое значение, поскольку кровля занимает значительную площадь ограждающей оболочки, получает прямую солнечную радиацию и влияет на температуру верхних этажей. Д.В. Блохина указывает на экологические преимущества зеленых крыш жилых зданий, связанные с озеленением неиспользуемой плоскости кровли, улучшением микросреды и расширением природных элементов в плотной городской ткани [1].

Тепловая эффективность зеленой крыши формируется через три механизма. Первый связан с затенением кровельного покрытия растениями: солнечная радиация не поступает напрямую на гидроизоляционный слой, поэтому поверхность меньше нагревается в дневные часы. Второй механизм связан с теплоемкостью субстрата, который замедляет передачу тепла к внутренним помещениям. Третий основан на испарении влаги растениями и почвенным слоем. В сумме данные механизмы уменьшают амплитуду суточных температур на кровле, снижают тепловой поток через верхнее ограждение и создают более устойчивый температурный режим в помещениях верхних этажей.

Для российских условий эффективность зеленых крыш нельзя оценивать без учета осадков, длительности теплого периода и риска пересыхания растительного слоя. А.А. Кадысева, С.В. Максимова, О.В. Сидоренко и В.В. Миронов связывают перспективы зеленых кровель в России с природно-климатическими различиями регионов, количеством теплых дней, объемом дождевых вод и рисками для жизнеспособности растений [2]. Подход позволяет рассматривать зеленую крышу как систему, параметры которой зависят от региона строительства. Для районов с дефицитом влаги требуется иной подбор субстрата, растений и поливочного режима, чем для территорий с устойчивым количеством осадков.

Архитектурно-конструктивная эффективность зеленой крыши зависит от типа озеленения. Экстенсивные решения обычно предполагают меньшую толщину субстрата, меньшую нагрузку на несущие конструкции и более простое обслуживание. Интенсивные решения ближе к саду на кровле: они создают рекреационную функцию, но требуют большей несущей способности, продуманного дренажа, ухода за растениями и контроля водонасыщения. С.В. Корниенко, Т.О. Цитман и П.В. Синькевич связывают преимущества и недостатки озеленяемых крыш с их типологическими, конструктивными и климатическими характеристиками [3]. Для жилых зданий данное различие имеет прикладной смысл: в реконструкции чаще пригодны облегченные экстенсивные системы, а в новом строительстве возможно закладывать более сложные варианты еще на стадии расчета несущего каркаса.

Нормативная оценка зеленых крыш связана с безопасностью, долговечностью и управляемостью строительного решения. С.Г. Шеина, Р.В. Балашев, Р.Д. Шахиев и У. Шисяо рассматривают стандарты зеленых крыш в строительных объектах, выделяя их конструктивную организацию, назначение и требования к применению [4]. Для жилых зданий нормативная рамка особенно значима из-за дополнительной нагрузки на перекрытие, риска протечек, требований к гидроизоляции, пожарной безопасности, обслуживанию и доступу. Эффективность зеленой крыши теряет практический смысл, если тепловые или экологические преимущества достигаются ценой конструктивной ненадежности. Поэтому оценка требует учета несущей способности, качества мембран, защиты корней, дренажного слоя, режима обслуживания и возможности ремонта без разрушения всей системы.

Зарубежные исследования расширяют оценку зеленых крыш за пределы строительной технологии и рассматривают их как элемент городской климатической адаптации. Ф. Барриусо и Б. Урбано анализируют зеленые крыши и стены в городах разных континентов и связывают их проектирование с разными приоритетами: уменьшением перегрева, регулированием стока, повышением площади озеленения, улучшением городской среды [5]. Для жилых зданий из данного подхода следует, что эффективность зеленой крыши оценивается через вклад в снижение поверхностного нагрева, задержание воды и восстановление природных процессов на участке, где обычная кровля работает как инертная непроницаемая поверхность.

Энергетическая эффективность зеленых крыш тесно связана с климатом, уровнем теплоизоляции здания и режимом эксплуатации помещений. П. Бевилаква показывает, что зеленые крыши чаще дают более выраженный эффект при снижении потребности в охлаждении, а итоговая величина энергосбережения зависит от исходной теплоизоляции кровли и климатической зоны [6]. Данное положение особенно значимо для жилых зданий с разным годом постройки. В домах с недостаточной теплоизоляцией озелененная кровля способна заметнее ограничивать летний теплоприток. В зданиях с высокими показателями сопротивления теплопередаче добавочный эффект зеленого слоя по энергопотреблению уменьшается, хотя сохраняются водорегулирующие и средовые преимущества.

Сравнение зеленых крыш с холодными кровлями показывает различие между отражающим и природоориентированным приемом адаптации. С. Цзя, Ц. Вэн, Ч. Ю, Х. Сяо и Ц. Чжун отмечают, что зеленые и холодные крыши снижают потребление энергии на охлаждение в разных климатах, но холодные крыши требуют учета возможного роста отопительной нагрузки в более холодных городах [7]. Зеленая крыша, в отличие от отражающего покрытия, работает через слой почвы, растительность и влагу; поэтому ее воздействие распределено между охлаждением, теплоизоляцией и регулированием водного режима. В проектировании жилого здания данные решения не следует механически противопоставлять: выбор зависит от климата, этажности, ориентации здания, плотности застройки, доступности ухода и цели проекта.

Системный обзор Г. Михалакаку и соавторов показывает широкий спектр эффектов зеленых крыш: снижение охлаждающей нагрузки, уменьшение температуры внутри помещений, поддержание теплового комфорта, улучшение качества воздуха, улавливание загрязняющих веществ, шумопонижение, регулирование стока и поддержка биоразнообразия [8]. Зеленая крыша повышает устойчивость жилого здания через совокупность средовых процессов. При этом каждая функция требует отдельного проектного обеспечения. Охлаждение зависит от водного баланса и состояния растительности, задержание осадков – от толщины субстрата и дренажной емкости, долговечность кровельного пирога – от качества гидроизоляционной защиты.

Отдельную группу показателей эффективности составляют параметры теплового комфорта внутри жилых помещений. Т.П. Сколаро, Э. Гизи и К.М. Силва сопоставляют традиционные, холодные и зеленые крыши в жилых зданиях и фиксируют различия по энергопотреблению, температуре наружной поверхности кровли и часам теплового комфорта [9]. Для практической оценки зеленой крыши данные параметры следует рассматривать совместно. Снижение температуры поверхности кровли не всегда прямо совпадает с максимальным снижением затрат на охлаждение, поскольку на внутренний режим влияет вентиляция, теплоизоляция, инсоляция, тепловая масса стен и поведение жильцов. Поэтому эффективность зеленой крыши корректнее оценивать по группе критериев: температура поверхности, тепловой поток через кровлю, потребность в охлаждении, часы перегрева, влажностный режим и эксплуатационные расходы.

Связь кровельных технологий с городским островом тепла раскрыта в работе С. Чжао и С. Чжана. Авторы показывают, что зеленые и холодные крыши влияют на энергопотребление здания через прямое уменьшение теплопритока через кровлю, и через снижение температуры окружающей среды, что меняет условия работы систем кондиционирования [10]. Для жилой застройки данный вывод означает, что массовое внедрение адаптивных кровельных решений способно дать эффект на уровне квартала. Одна зеленая крыша улучшает режим конкретного здания; сеть таких крыш меняет тепловую структуру участка, особенно в плотной застройке с высокой долей твердых покрытий.

Архитектурные приемы адаптации зданий к климатическим изменениям различаются по механизму воздействия. Ночное проветривание использует суточный ход температуры и выводит накопленное тепло в часы, когда наружный воздух прохладнее. Отражающие фасады и холодные крыши уменьшают поглощение солнечной энергии за счет высокого альбедо. Зеленая крыша соединяет тепловой, водный и экологический эффекты. По этой причине она особенно продуктивна там, где требуется одновременно снизить летний перегрев, уменьшить нагрузку на ливневую сеть и увеличить площадь озеленения без расширения земельного участка.

Оценка эффективности зеленых крыш в жилых зданиях должна строиться по нескольким группам критериев. Первая группа – теплотехническая: температура поверхности кровли, тепловой поток, влияние на температуру верхних помещений, часы теплового дискомфорта. Вторая группа – энергетическая: изменение потребности в охлаждении и отоплении, режим работы инженерных систем, пиковые нагрузки в жаркие периоды. Третья группа – водорегулирующая: задержание осадков, снижение скорости поверхностного стока, объем воды, доступной для повторного использования при поливе. Четвертая группа – экологическая: вклад в снижение перегрева городской среды, улучшение микросреды,

поддержка растительности и снижение запыленности. Пятая группа – эксплуатационная: стоимость устройства, уход за растениями, ремонтопригодность, контроль гидроизоляции, долговечность конструктивных слоев.

Для жилых зданий наибольший прикладной интерес представляет выбор условий, при которых данное решение дает устойчивый результат. В новом строительстве зеленую крышу рационально закладывать на стадии проектирования конструктивной схемы, водоотведения и обслуживания. В реконструкции сначала оцениваются несущая способность покрытия, состояние гидроизоляции, уклоны, доступ для ухода и допустимая нагрузка при водонасыщении субстрата. При игнорировании данных параметров озеленение кровли превращается в источник строительного риска. При грамотном расчете оно работает как элемент адаптации, снижающий зависимость жилого здания от энергоемкого охлаждения и уменьшающий нагрузку на городскую инфраструктуру.

Полученные положения показывают, что зеленая крыша занимает промежуточное положение между инженерной системой, архитектурным приемом и элементом городской зеленой инфраструктуры. В отличие от ночного проветривания, она не зависит напрямую от поведения жильцов и режима открывания окон. В отличие от отражающих покрытий, она не ограничивается изменением радиационного баланса поверхности. Ее результат связан с живым растительным слоем, водным режимом и физическими свойствами субстрата. Именно поэтому оценка зеленой крыши требует более сложной системы критериев, чем оценка светлой кровли или вентиляционного приема.

Сопоставление подходов показывает, что зарубежная литература чаще рассматривает зеленые крыши через энергоэффективность, тепловой комфорт, городскую жару и природоориентированные решения. Российские работы сильнее привязаны к климатическим условиям регионов, конструктивной пригодности и нормативному оформлению технологии. Зарубежные исследования дают развитую методику оценки тепловых и энергетических эффектов; отечественные публикации уточняют ограничения применения в российских природно-климатических условиях и в реальной строительной практике.

Расхождения между исследованиями связаны с разными объектами оценки. Одни авторы фиксируют энергосбережение здания, другие анализируют температуру поверхности кровли, третьи рассматривают сток дождевой воды или вклад в снижение городского перегрева. Поэтому выводы об эффективности зеленых крыш иногда выглядят неодинаково. При оценке охлаждения в жарком климате зеленая крыша получает высокий результат. При анализе годового энергетического баланса в холодных регионах эффект становится менее однозначным, поскольку значение приобретает отопительный период. При оценке ливневого стока зеленая крыша сохраняет ценность даже там, где ее энергетический вклад умеренный.

Ограничения применимости выводов связаны с тем, что зеленая крыша требует проектной настройки под конкретное здание. Толщина субстрата, тип растений, наличие полива, дренажная емкость, уклон кровли и качество гидроизоляции меняют итоговую эффективность. Универсальная оценка без учета данных параметров снижает точность проектного решения. Для жилых зданий добавляется эксплуатационный фактор: система нуждается в доступе для обслуживания, контроле состояния растений и периодической проверке водоотведения. В многоквартирных домах эти вопросы затрагивают организацию управления зданием и распределение расходов.

Исследовательские лакуны сохраняются в трех направлениях. Первое связано с длительными наблюдениями за зелеными крышами в жилых зданиях разных климатических зон. Второе касается сопоставления зеленых крыш с сочетанными решениями: ночным проветриванием, внешним солнцезащитным устройством, отражающими фасадами, светлыми кровельными покрытиями. Третье относится к экономической оценке полного жизненного цикла, где учитываются устройство, обслуживание, ремонт гидроизоляции, снижение энергопотребления и уменьшение нагрузки на ливневую инфраструктуру. Без таких данных проектировщик получает фрагментарную картину и вынужден опираться на усредненные выводы.

Для практики жилого строительства зеленая крыша наиболее убедительна в проектах, где экологическая безопасность понимается через снижение внешних нагрузок на среду и повышение устойчивости здания к жаре и осадкам. Если цель ограничена быстрым снижением солнечного нагрева кровли, светлое покрытие проще и дешевле. Если задача шире и затрагивает микроклимат, водный режим, рекреационный потенциал и экологическое качество среды, зеленая крыша получает преимущество. Ее эффективность раскрывается в связке с другими приемами адаптации.

Заключение

Установлено, что зеленые крыши выполняют в жилых зданиях тепловую, водорегулирующую, экологическую и эксплуатационную функции. Их адаптационный эффект связан с затенением кровли, теплоемкостью субстрата, испарительным охлаждением, задержанием осадков и частичным восстановлением зеленых поверхностей в плотной городской застройке.

Выделены основные показатели оценки эффективности: температура поверхности кровли, тепловой поток через покрытие, потребность в охлаждении и отоплении, часы теплового комфорта, объем задержанного стока, состояние растительного слоя, надежность гидроизоляции, несущая способность конструкции, стоимость обслуживания и ремонтопригодность. Оценка по одному параметру дает неполное представление о работе зеленой крыши в жилом здании.

Показано, что зеленые крыши отличаются от ночного проветривания и отражающих фасадов более широким набором эффектов. Ночное проветривание влияет преимущественно на внутренний тепловой режим, отражающие поверхности снижают поглощение солнечной радиации, а зеленая крыша соединяет тепловую защиту, задержание осадков и улучшение микросреды. Наиболее рациональным решением для жилой застройки выступает сочетание зеленой крыши с другими пассивными приемами адаптации, подобранными с учетом климата, конструкции здания и режима эксплуатации.

Литература

1. Блохина Д. В. Зеленые крыши жилых зданий // Форум молодых ученых. – 2022. – № 6 (70). – С. 46–56.
2. Кадысева А. А., Максимова С. В., Сидоренко О. В., Миронов В. В. Зеленые крыши: перспективы развития в России с учетом атмосферных осадков // Вестник Евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № 2. – 79SAVN223.
3. Корниенко С. В., Цитман Т. О., Синькевич П. В. Экологическая архитектура на примере преимуществ озеленяемых крыш // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 3 (45). – С. 49–54.
4. Шеина С. Г., Балашев Р. В., Шахиев Р. Д., Шисяо У. Стандарты зеленых крыш в объектах строительства // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2025. – Т. 4, № 2. – С. 117–127.
5. Barriuso F., Urbano B. Green Roofs and Walls Design Intended to Mitigate Climate Change in Urban Areas across All Continents // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, № 4. – Article 2245. – DOI: 10.3390/su13042245.
6. Bevilacqua P. The effectiveness of green roofs in reducing building energy consumptions across different climates. A summary of literature results // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Vol. 151. – Article 111523. – DOI: 10.1016/j.rser.2021.111523.
7. Jia S., Weng Q., Yoo C., Xiao H., Zhong Q. Building energy savings by green roofs and cool roofs in current and future climates // npj Urban Sustainability. – 2024. – Vol. 4. – Article 23. – DOI: 10.1038/s42949-024-00159-8.
8. Mihalakakou G., Souliotis M., Papadaki M. et al. Green roofs as a nature-based solution for improving urban sustainability: Progress and perspectives // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2023. – Vol. 180. – Article 113306. – DOI: 10.1016/j.rser.2023.113306.
9. Scolaro T. P., Ghisi E., Silva C. M. Effectiveness of Cool and Green Roofs Inside and Outside Buildings in the Brazilian Context // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, № 18. – Article 8104. – DOI: 10.3390/su16188104.
10. Zhao S., Zhang X. Energy consumption and heat island effect mitigation analysis of different roofs considering superposition coupling // Frontiers in Energy Research. – 2023. – Vol. 10. – Article 1047614. – DOI: 10.3389/fenrg.2022.1047614.

Assessing the Effectiveness of Green Roofs in Adapting Residential Buildings to Climate Change

Vorobeva L.S.
Belgorod State Institute of Arts and Culture

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the effectiveness of green roofs as an architectural and construction technique for adapting residential buildings to climate change. The objective of this study is to analytically evaluate the functions of green roofs in residential environments, taking into account their thermal, energy, water regulation, and operational effects. This study utilizes an analysis of scientific publications, a comparative comparison of architectural adaptation techniques, a classification of performance indicators, and a summary of research. The scientific novelty lies in examining a green roof as an integral element of residential building climate adaptation, where thermal protection, precipitation retention, reduced load on utility systems, and increased resilience of the urban environment are assessed within a unified framework. The practical utility of these results lies in refining

the criteria for incorporating green roofs into new construction and renovation projects for residential buildings.

Keywords: green roofs, residential buildings, climate adaptation, sustainable construction, building overheating, urban heat island, stormwater runoff, energy efficiency, green roofing, passive cooling.

References

1. Blokhina D. V. Green Roofs of Residential Buildings // Forum of Young Scientists. - 2022. - No. 6 (70). - P. 46-56.
2. Kadyseva A. A., Maksimova S. V., Sidorenko O. V., Mironov V. V. Green Roofs: Development Prospects in Russia Taking into Account Atmospheric Precipitation // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - Vol. 15. - No. 2. - 79SAVN223.
3. Kornienko S. V., Tsitman T. O., Sinkevich P. V. Ecological Architecture on the Example of the Advantages of Green Roofs // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. - 2023. - No. 3 (45). - P. 49-54.
4. Sheina S. G., Balashev R. V., Shakhiev R. D., Shixiao W. Green Roof Standards in Construction Projects // Modern Trends in Construction, Urban Development, and Territorial Planning. – 2025. – Vol. 4, No. 2. – Pp. 117–127.
5. Barriuso F., Urbano B. Green Roofs and Walls Design Intended to Mitigate Climate Change in Urban Areas across All Continents // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 4. – Article 2245. – DOI: 10.3390/su13042245.
6. Bevilacqua P. The effectiveness of green roofs in reducing building energy consumptions across different climates. A summary of literature results // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – Vol. 151. – Article 111523. – DOI: 10.1016/j.rser.2021.111523.
7. Jia S., Weng Q., Yoo C., Xiao H., Zhong Q. Building energy savings by green roofs and cool roofs in current and future climates // npj Urban Sustainability. – 2024. – Vol. 4. – Article 23. – DOI: 10.1038/s42949-024-00159-8.
8. Mihalakakou G., Souliotis M., Papadaki M. et al. Green roofs as a nature-based solution for urban improving sustainability: Progress and perspectives // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2023. – Vol. 180. – Article 113306. – DOI: 10.1016/j.rser.2023.113306.
9. Scolaro T. P., Ghisi E., Silva C. M. Effectiveness of Cool and Green Roofs Inside and Outside Buildings in the Brazilian Context // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 18. – Article 8104. – DOI: 10.3390/su16188104.
10. Zhao S., Zhang X. Energy consumption and heat island effect mitigation analysis of different roofs considering superposition coupling // Frontiers in Energy Research. – 2023. – Vol. 10. – Article 1047614. – DOI: 10.3389/fenrg.2022.1047614.

Предпосылки и факторы формирования второго жилища в современных социально-экономических условиях

Попов Антон Олегович
доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой конструктивно-дизайнерского проектирования, Казанский федеральный университет, a.o.popov@yandex.ru,

Литвина Полина Владиславовна
преподаватель кафедрой конструктивно-дизайнерского проектирования, Казанский федеральный университет, a.o.popov@yandex.ru,

Гарькин Игорь Николаевич
кандидат технических наук, заведующий кафедрой Архитектура и реставрация, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, igor_garkin@mail.ru

Анализируется феномен «второго жилища» как устойчивого элемента современной системы расселения, получившего массовое распространение в условиях интенсивной урбанизации XX–XXI веков. На основе анализа и обобщения трудов ведущих отечественных и зарубежных архитекторов, социологов и географов выявлены и систематизированы ключевые предпосылки и факторы формирования второго жилища: социально-экономические, градостроительные, экологические, культурно-исторические и психологические. Особое внимание уделено эволюции дачного феномена в России, садово-огороднических объединений, коттеджных поселков и зарубежных аналогов (second home, dacha, summer house). Впервые предложена обобщенная классификация, упорядочивающая разрозненные научные представления о причинах возникновения и распространения второго жилища; классификация учитывает как движущие силы (рост мегаполисов, транспортную доступность, цифровизацию, рекреационные потребности), так и сдерживающие факторы. Результаты работы позволяют углубить понимание трансформации жилой среды, прогнозировать развитие пригородных и рекреационных территорий, а также могут быть использованы при разработке стратегий пространственного планирования и жилищной политики.
Ключевые слова: второе жилище, урбанизация, дачи, рекреация, садовые участки, загородное жилье, субурбанизация, сезонная миграция, типология жилища, дезурбанизация, коттеджные поселки, пространственное планирование.

В условиях урбанизации и динамичной трансформации жилой среды, вопрос распространения второго жилища становится все более важным и значимым в архитектурно-градостроительном контексте. В рамках данного исследования под вторым жилищем подразумевается дополнительная жилая единица помимо основного жилья, которая принадлежит одной семье и используется на нерегулярной основе. К данному понятию относятся любые пригородные жилые объекты (дачи, загородные дома, садовые дома), дополнительные квартиры или дома в черте города, используемые в туристических, рекреационных и инвестиционных целях.

Второе жилище является массовым и распространенным явлением современной архитектурно-градостроительной практики. По данным Росстата, второе жилище имеют 18,5% российских домохозяйств. Развитие второго жилища обусловлено рядом предпосылок и факторов, которые до настоящего времени в отечественной и зарубежной литературе не рассматривались и требуют определения и систематизации.

Целью данного исследования является выявление факторов и предпосылок формирования феномена “второе жилище”, их классификация и систематизация.

Для достижения цели используются следующие методы:

1. Метод теоретико-аналитического изучения специальной литературы, архивных материалов и интернет ресурсов, посвященных теме.
2. Метод классификация и систематизация причин, влияющих на формирование второго жилища.
3. Метод натурных обследований и фотофиксация объектов второго жилища.

Результатом исследования, основанного на изучении работ зарубежных и отечественных ученых и архитекторов, является выявление, классификация и систематизация предпосылок и факторов формирования феномена «второе жилища». Выделенные подходы можно классифицировать по шести основным группам предпосылок: урбанизационная, экономическая, культурная, пространственно-инфраструктурная, экологическая и пандемия.

1. Анализ теоретических подходов к изучению факторов и предпосылок формирования второго жилища

Феномен “второе жилище” является массовым и распространенным явлением. Федеральная служба государственной статистики фиксирует, что каждая пятая семья владеет дополнительным жилищем (рис.1). Для остальных 81,5% семей первое жилище является единственным объектом недвижимости. Среди форм второго жилища преобладают садовые дома, дачи и загородные дома сезонного проживания, также распространены инвестиционные квартиры и апартаменты в других городах и странах. Регионы Приволжского федерального округа существенно расходятся по уровню распространенности второго жилья. В силу региональной дачной традиции, лидируют Кировская область (32,3%), Удмуртская Республика (26,9%) и Чувашская Республика (26,4%). Татарстан демонстрирует показатель в 21,6%, что превышает среднероссийский уровень. Заметно ниже среднего значения остаются Мордовия и Пензенская область: 14,8% и 12,2% соответственно.

Формирование второго жилища складывалось постепенно, на протяжении нескольких столетий, и обусловлено совокупностью различных предпосылок и факторов. Под предпосылками мы понимаем фоновые условия и тенденции, под факторами мы понимаем конкретные причины, повлиявшие на развитие и становление данного феномена. Ряд предпосылок и факторов, оказавших влияние на формирование явления “второе жилище”, были рассмотрены в работах отечественных и зарубежных ученых.

В отечественных исследованиях существенный вклад в изучение причин возникновения второго жилища внес З.З. Зиятдинов. Автор рассматривает причины развития явления “второе жилище”, как результат сочетания различных предпосылок и факторов. В качестве предпосылок автор рассматривает урбанизацию, совокупность изменения условий и уровня жизни горожан, а также рост городского населения (В 2008 г. количество городских жителей впервые достигло количества сельских жителей: более 50 % населения стали проживать в городах) [2]. Учитывая эти предпосылки, автор выделяет следующие градостроительные факторы, влияющие на формирование феномена “второе жилище”: отсутствие возможности у человека находиться в естественном природном окружении; рост психоэмоциональной нагрузки и количества стресса, особенно у жителей мегаполисов; загрязнение воздуха; шум; отсутствие

природной составляющей; рост доходов, позволяющий приобретать дополнительное жилье; транспортная доступность, обеспечивающая мобильность населения. Отдельно автор выделяет экономические предпосылки. Появление второго жилища у населения З.З.Зиятдинов связывает с возможностью использовать его в качестве инструмента самообеспечения: второе жилище дает возможность получения продуктов питания, что позволяет решить продовольственную проблему. Стоит отметить, что в XXI веке страны Африки и Латинской Америки начали перенимать культуру дач и садовых участков у России и Германии, поскольку данный вид второго жилища является наиболее эффективным с точки зрения получения продовольствия у горожан [1].

Рисунок 1– Распределение домохозяйств по наличию и типу второго жилья в Российской Федерации, %

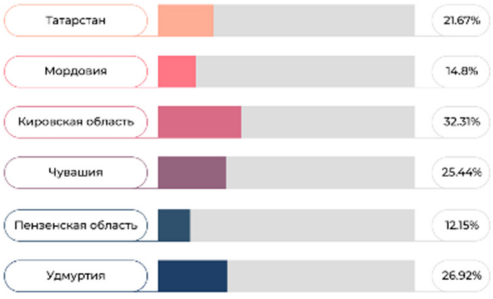


Рисунок 2 – Доля домохозяйств, имеющих второе жильё, в отдельных регионах Приволжского федерального округа, %

Одним из ключевых исследователей феномена “второе жилище” является С.Б. Поморов, который вывел концепцию “Второе жилище компенсационного типа”. В своих работах специально он не приводит конкретных предпосылок и факторов, однако они логически вытекают из его теории. В работе автор говорит, что второе жилище формируется как компенсация неблагоприятных условий городской среды, возникающих в процессе развития города. Отсюда следует вывод, что основной предпосылкой в исследованиях С.Б. Поморова является урбанизация. В рамках этой предпосылки автор описывает следующие факторы: повышенная плотность застройки (здания, жилые дома, магазины, торговая и сервисная инфраструктура расположены близко друг к другу), дефицит пространства для жилья (недостаток доступной площади для жилья, приходящейся на одного человека, в контексте высокой плотности застройки и роста населения) и дефицит природной составляющей (отсутствие рекреационных зон, загрязненность воздуха, повышенный шум, отсутствие природного ландшафта) [3].

Самым распространенным видом второго жилища являются дачи, которые можно определить, как социокультурный феномен. Дача имеет глубокие исторические корни, являющиеся неотъемлемой частью традиционного образа жизни горожан. Как отмечается в работе Е.Ю. Потапчук «Российская дача стала явлением общекультурным. Сначала она была способом аристократического летнего времяпрепровождения, во второй половине XIX в. она превратилась в литературно-художественный салон, а в непростом XX в. – в основной способ решения продовольственных проблем горожан». Дачная традиция берет свое начало еще в XVII веке и сохраняется по сегодняшний день, претерпевая изменения, но оставляя суть. Е.Ю. Потапчук так же, как и З.З. Зиятдинов, говорит о продовольственной проблеме. Способом преодоления этой проблемы населения являлись дачные участки в течении нескольких десятилетий. В Советском Союзе в середине XX-го века с целью решения продовольственного дефицита появляются дачи нового типа – примитивные коллективные сады и огороды. Сады и дачи “кормили” советское население и во времена Великой Отечественной Войны и в последующие десятилетия. Популяризация коллективного огородничества и садоводства в Советском Союзе была закреплена постановлением Совета Министров 1949 г. Началом эпохи садов и дач принято считать 1950-1960 годы, когда возникли послабления в процедуре приобретения земель, однако размер дома строго регламентировался во избежание формирования у населения желания индивидуального владения этими землями. В связи с дефицитом продовольствия у горожан, партийные и государственные органы впоследствии позволили населению создавать садовые и огороднические товарищества. В результате садово-дачный бум в Советском Союзе пришелся на вторую половину XX века, а именно на 70-80 годы. Однако, стабильная экономическая ситуация в стране в начале XXI века значительно трансформировала функции дачи. Дачи вернули свое утраченное значение и снова стали местами отдыха, рекреации и восстановления духовных сил, как и в XIX веке. Независимо от периода и времени, дача всегда являлась способом отдалиться от городской суеты. Дачу в России, как второе жилище, часто сравнивают с зарубежными виллами, фазендами, шале и т.д., и в данном контексте дачи являются следствием урбанизации и всемирно-историческим феноменом. Таким образом, в исследовании Е.Ю. Потапчук говорится о культурных, экономических и урбанизационных предпосылках [4].

В зарубежных исследованиях вопрос второго жилища рассматривался в монографии D. Müller и C.M. Hall. Данные авторы рассматривают в качестве основной предпосылки формирования второго жилища пространственную мобильность, которая обусловила такие факторы, как автомобилизация и доступность пригородных территорий [5].

Исследование "Second Homes: Curse or Blessing?" J.T. Coppock, является одним из ранних и наиболее фундаментальных в этом вопросе. Автор рассматривает второе жилище с точки зрения массового социального феномена, который связан с развитием рекреационных зон и изменениями образа жизни горожан. В рамках данного подхода распространение рекреационных практик является необходимым условием для жизни, которое подразумевает желание отдыха на природе, временное проживание во вторых жилищах и влияние дачных традиций [9].

В монографии Chris Paris «Affluence, Mobility and Second Home Ownership» анализируются культурно-поведенческие особенности. В работе автор рассматривает как благосостояние, мобильность населения, глобализация и инвестиционные процессы влияют на приобретение второго дома как внутри страны, так и за рубежом. В качестве факторов выделяются желание изолированности и приватности [7].

Так же, стоит отметить, что в некоторых зарубежных исследованиях описываются пространственные факторы влияния на формирование второго жилища, где второе жилище, а именно, загородные дома и дачи, рассматривается в качестве результата освоения пригородных территорий. К таким факторам относятся: доступность пригородных зон и транспортная инфраструктура [6,8].

Стоит выделить и другие и предпосылки. Здесь также играют роль экономические предпосылки, которые обуславливают такой фактор, как инвестиционная привлекательность недвижимости. Уровень доходов растет, экономика претерпевает взлеты и падения, а население хочет сохранить деньги и инвестировать их. Также важно отметить поддержку загородного строительства со стороны государства: в 2022 году банки выдали около 33 тысяч кредитов на индивидуальное строительство на сумму более 140 млрд руб. При этом доля льготных ипотечных займов составила 80%. В 2023 году количество кредитов на индивидуальное жилое строительство увеличилось до 120 000, на этом фоне вырос и объем кредитования. В первой половине 2024 года рост объемов ипотечного кредитования под ИЖС достиг своего пика в преддверие отмены льготной госпрограммы с 1 июля. В настоящее время недвижимость считается наиболее надежным и материальным активом, поскольку недвижимость является физическим объектом, имеющим ценность, возможность приносить доход и расти в цене [12].

Существенную группу предпосылок и факторов сформировало влияние COVID-19. В этих условиях второе жилище использоваться более активно в качестве альтернативы городской среде. Люди пытались избежать инфицирования, изолироваться и держаться подальше от скопления людей, иметь возможность работать удаленно без отвлекающих факторов, что в результате изменило функции второго жилища. Поначалу многие переехали в арендованное жилье, но затем, осознав все преимущества жизни за городом, приняли решение строить свои дома. Второе

жилище ушло исключительно от природной зоны для отдыха в “пандемическое убежище” и “места удаленной работы” [10]. Стремление к свежему воздуху и личному пространству повысило интерес горожан к загородной недвижимости. В 2020 году спрос на частные дома вырос вдвое, а 39% россиян стали рассматривать их как более привлекательный формат жилья. Тренд сохранился и после пандемии: к 2024 году доля горожан, имеющих дачу или земельный участок, достигла 52%, а среди тех, у кого загородной недвижимости нет, 61% выразили желание её приобрести [11]. Таким образом, сезонное использование второго жилища перешло к более гибкому использованию и стало пространством для автономии, изоляции и удаленной работы.

Рисунок 3 - Рост интереса к загородному жилью после пандемии

На основе проведенного анализа существующих исследований отечественных и зарубежных авторов, а также обобщения современных тенденций градостроительства, можно сделать вывод, что существует широкий ряд предпосылок и факторов формирования рассматриваемого явления. Однако, в представленных исследованиях они показаны недостаточно развернуто и существует необходимость их систематизировать и классифицировать. в результате нашего исследования были выделены следующие группы предпосылок.

1. Урбанизационные предпосылки

Урбанизационная предпосылка связана развитием городов, проживание в которых по причине урбанизации становится более сложным. Плотность застройки, динамика города, психологическое давление, перегруженность городской среды, отсутствие природной составляющей перестают соответствовать ключевым потребностям горожан, а именно наличию пространства, приватности и природы. К факторам урбанизационной предпосылки относятся: повышенная застройка; ограниченное пространство для проживания; отсутствие приватности и изолированности; функциональная перегрузка окружающей среды; отсутствие природы.

2. Социально-экономические предпосылки

Социально-экономические предпосылки связана с экономическими обстоятельствами в стране, быстрым ростом цен на недвижимость и высокой инфляцией, изменением стандартов проживания и появлением культуры потребления. В связи с ростом доходов населения и стремление их сберечь, у горожан формируется устойчивое желание приобретать жилье в инвестиционных целях, без перспективы проживания и отдыха в нем. Таким образом, к факторам социально-экономической предпосылки относятся: рост доходов горожан, доступность жилья, рост культуры потребления, использование жилья в качестве инвестиционных активов.

3. Культурные предпосылки

В ряде стран второе жилище имеет культурно-традиционный характер. Это явление становится образом жизни, привычкой и традицией, участок и дом передаются по наследству и т. д., это устойчивый паттерн и социальная норма. В рамках этой предпосылки дача рассматривается как элемент комфортной жизни (наряду с автомобилем) и становится естественным дополнением к основному жилью, позволяющим отдохнуть на природе, сменить обстановку, временно изменить привычный уклад жизни. Факторы формирования данной предпосылки: дачные традиции, семейные традиции сезонного переселения, аграрная культура, отдых на природе.

Экологическая предпосылка

Экологические предпосылки связаны с высокой антропогенной нагрузкой, загрязнением окружающей среды города, загрязнением воздуха и водоемов, шумовыми нагрузками, вибрацией и аллергенными факторами. Качество окружающей среды формирует потребность в альтернативном жилище. К факторам данной предпосылки относятся: загрязнение воздуха; повышенный шум; отсутствие озеленения; высокая антропогенная нагрузка на окружающую среду, экосистемы и их составляющие.

4. Пространственно-инфраструктурная предпосылка

Доступность освоения пригородных территорий, появлением личного транспорта, сокращение времени в дороге, а также транспортная доступность сыграла большую роль в формировании второго жилища у горожан. Автомобилизация росла, дороги строились, время в пути сокращалось граница между городом и его окрестностями постепенно утрачивала прежнюю весомость. То, что ещё недавно считалось далёким, стало просто другим районом.

5. Пандемия COVID-19 как предпосылка

Пандемия обнажила уязвимость городского образа жизни и резко усилила интерес к загородному и сельскому жилью. Плотность городской среды, высокий риск заражения в общественных пространствах и карантинные ограничения вступили в прямое противоречие с базовыми потребностями человека в безопасности, автономии и уединении. К факторам рассматриваемой предпосылки относятся: высокий риск инфицирования в условиях городской среды, ограничения в передвижении по городу во время изоляции, потребность в автономии и самоизоляции и освоение гибридного и удаленного графика работы.

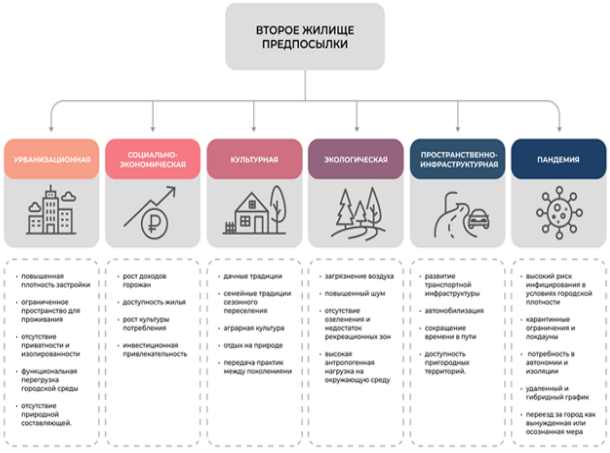


Рисунок 4 – Классификация предпосылок формирования феномена «Второе жилище»

Данное исследование позволяет нам утверждать, что феномен второго жилища представляет собой закономерную реакцию общества на урбанизацию. Повышенная плотность застройки, психологическое давление больших городов и отсутствие природной составляющей создает потребность у горожан в альтернативном жилище. Изучение отечественных и зарубежных авторов демонстрирует, что несмотря на существенное количество исследований данного вопроса, единого и окончательного понимания природы данного феномена на сегодняшний день так и не появилось. Причины формирования второго жилища рассматриваются в исследованиях лишь фрагментарно без попыток классифицировать и систематизировать их. Предложенная нами в статье классификация позволяет упорядочить накопленный исследовательский материал и посмотреть на феномен второго жилища, как на целостное явление, которое обусловлено следующими предпосылками: урбанизационная, экономическая, культурная, пространственно-инфраструктурная и пандемия.

Выявленные предпосылки и факторы могут быть использованы для дальнейшего исследования феномена и к разработке функционально-планировочных закономерностей формирования второго жилища.

Литература

1. Зиятдинов З. З. Градостроительные аспекты развития второго жилища типа «Kleingarten» //Архитектон: известия вузов. 2013. № 4 (44).
2. Зиятдинов Зуфар Закиевич Градостроительные причины развития второго жилища // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2017. №1 (32).
3. Поморов С. Б. Второе жилище горожан или дом на природе. Урбоэкологические аспекты городского жилища : науч. монография. Новосибирск, 2004.
4. Потапчук Е. Ю. Значение дачи в жизни современного горожанина // МНИЖ. 2021. №2-3 (104). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-dachi-v-zhizni-sovremennogo-gorozhanina (дата обращения: 12.04.2026).
5. Hall, C.M., Müller, D.K. (2004). Tourism, Mobility and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Channel View Publications.
6. Jaakson, R. (1986). Second-home domestic tourism. Annals of Tourism Research, 13(3), 367–391.

7. Paris, C. Affluence, Mobility and Second Home Ownership / C. Paris. – London ; New York : Routledge, 2010. — 248 p.

8. Schulz H. R., Würmli P. Detailauswertung der Gebäude- und Wohnungserhebung 2000. Basel: Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Wohnungswesen, Dezember, 2004.

9. Second homes: curse or blessing? / ed. by J. T. Coppock.: Pergamon Press, 1977. – 229 p.

10. Zogal V., Domènech A., Emekli G. Stay at (which) home: second homes during and after the COVID-19 pandemic // Journal of Tourism Futures. – 2020.

11. Огиенко Е.Л., Гарькин И.Н., Колесников А.А. Современные подходы к проектированию государственного социального жилища: анализ международного опыта // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2026. № 3. С. 128-137.

12. Огиенко Е.Л., Гарькин И.Н., Колесников А.А. Архитектурные решения муниципального жилища в Испании // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 6. С. 90-102

Prerequisites and factors for the formation of a second home in modern socio-economic conditions

Popov A.O., **Litvina P.V.**, **Garkin I.N.**
Kazan Federal University

JEL classification: L61, L74, R53

This article analyzes the phenomenon of the "second home" as a stable element of the modern settlement system, which has become widespread in the context of intensive urbanization of the 20th and 21st centuries. Based on the analysis and generalization of the works of leading Russian and international architects, sociologists, and geographers, the key prerequisites and factors in the formation of the second home are identified and systematized: socio-economic, urban planning, environmental, cultural-historical, and psychological. Particular attention is paid to the evolution of the dacha phenomenon in Russia, including gardening associations, cottage villages, and their foreign counterparts (second home, dacha, summer house). For the first time, a generalized classification is proposed that organizes disparate scientific ideas about the causes of the emergence and spread of second homes; the classification takes into account both driving forces (the growth of megacities, transport accessibility, digitalization, recreational needs) and restraining factors. The results of this study allow for a deeper understanding of the transformation of the residential environment, forecast the development of suburban and recreational areas, and can also be used in developing spatial planning strategies and housing policy.

Keywords: second homes, urbanization, dachas, recreation, garden plots, suburban housing, suburbanization, seasonal migration, housing typology, deurbanization, cottage communities, spatial planning.

References

1. Ziyatdinov Z. Z. Urban development aspects of the development of the second dwelling of the "Kleingarten" type // Arkhitekton: news of universities. 2013. No. 4 (44).
2. Ziyatdinov Zufar Zakievich Urban development reasons // Academic Bulletin of the UralNIIproekt RAASN. 2017. No. 1 (32).
3. Pomorov S. B. Second home of city dwellers or a house in nature. Urboecological aspects of urban housing: scientific monograph. Novosibirsk, 2004.
4. Potapchuk E. Yu. The importance of the dacha in the life of a modern city dweller // MNIZH. 2021. No. 2-3 (104). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-dachi-v-zhizni-sovremennogo-gorozhanina (date of access: 04/12/2026).
5. Hall, C.M., Müller, D.K. (2004). Tourism, Mobility and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Channel View Publications.
6. Jaakson, R. (1986). Second-home domestic tourism. Annals of Tourism Research, 13(3), 367–391.
7. Paris, C. Affluence, Mobility and Second Home Ownership / C. Paris. – London; New York: Routledge, 2010. - 248 p.
8. Schulz H. R., Würmli P. Detailauswertung der Gebäude- und Wohnungserhebung 2000. Basel: Bundesamt für Statistik und Bundesamt für Wohnungswesen, December, 2004.
9. Second homes: curse or blessing? / ed. by J. T. Coppock.: Pergamon Press, 1977. – 229 p.
10. Zogal V., Domènech A., Emekli G. Stay at (which) home: second homes during and after the COVID-19 pandemic // Journal of Tourism Futures. – 2020.
11. Ogienko E. L., Garkin I. N., Kolesnikov A. A. Modern approaches to the design of state social housing: analysis of international experience // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova. 2026. No. 3. P. 128-137.
12. Ogienko E.L., Garkin I.N., Kolesnikov A.A. Architectural solutions for municipal housing in Spain // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2025. Vol. 27. No. 6. P. 90-102

“Второе жилище”: проблема определения научного понятия

Попов Антон Олегович
доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой конструктивно-дизайнерского проектирования, Казанский федеральный университет, a.o.popov@yandex.ru,

Литвина Полина Владиславовна
преподаватель кафедрой конструктивно-дизайнерского проектирования, Казанский федеральный университет, politvina@list.ru,

Гарькин Игорь Николаевич
кандидат технических наук, заведующий кафедрой Архитектура и реставрация, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, igor_garkin@mail.ru

Анализируется теоретические концепции, лежащие в основе определений понятия «второе жилище». Проведён критический анализ существующих дефиниций, предложенных отечественными и зарубежными авторами в рамках архитектурных, социологических, географических и экономических исследований. Применительно к определению понятия «второе жилище» выявлены и систематизированы пять ключевых подходов: туристический (второе жилище как элемент рекреационной инфраструктуры), экономический (акцент на собственность, инвестиции и рынок недвижимости), социально-пространственный (влияние на систему расселения и трансформацию территорий), компенсационный (восполнение дефицита природной и психологической комфортности) и рекреационный (ориентация на восстановление физических и эмоциональных ресурсов). На основе сопоставления выделенных подходов и обобщения существующих трактовок сформулировано авторское определение понятия «второе жилище», интегрирующее его полифункциональную природу и учитывающее современные тенденции мобильности, цифровизации и трансформации образа жизни. Результаты работы вносят вклад в упорядочение терминологического аппарата исследований второго жилища и могут быть использованы при разработке стратегий пространственного планирования и жилищной политики.
Ключевые слова: второе жилище, дача, загородное жильё, рекреационное жилище, дефиниция, терминологический анализ, туристический подход, экономический подход, социально-пространственный подход, компенсационный подход, рекреационный подход, система расселения, урбанизация.

Несмотря на значительную степень изученности феномена второго жилища в трудах отечественных и зарубежных исследователей, в научной литературе до настоящего времени отсутствует его общепринятая дефиниция, что обусловливает терминологическую разрозненность и затрудняет междисциплинарный анализ. В связи с этим цель настоящего исследования заключается в выявлении и систематизации ключевых подходов к определению понятия «второе жилище» с последующим формированием авторского определения, интегрирующего их сущностные черты. Методологическую основу работы составили анализ и критическое сопоставление теоретических источников, систематизация научных концепций и обобщение полученных результатов. Итогом исследования выступает упорядоченная классификация подходов к трактовке феномена и сформулированное на её основе авторское определение понятия «второе жилище».

В процессе анализа понятия “второе жилище” нами было изучено 11 исследований по теме. Результаты этого анализа представлены в хронологии, начиная с 1970 года по настоящее время (рис.1).

Анализ источников показал что изначально понятие “второе жилище” (Zweitwohnungsgesetzes) возникло не в архитектурно-градостроительной теории, а в правовом поле Германии в 1970 году в рамках немецкого законодательства Мéльдерехт (Melderecht). Как научное, понятие “второе жилище” появилось в 1960-1970 годах, но как феномен – намного раньше. В данном законе понятие “второе жилище” определяется как приватное жилье, которое не используется в качестве основного. Понятие второе жилище является общим термином и обобщающим понятием множества других терминов, таких как “дача”, “загородный дом”, “летний дом”, “таунхаус”, “модульный дом” и т.д [4].

В данном исследовании рассмотрены определения понятия “второе жилище” у зарубежных авторов. Так, например, одно из ранних применений этого термина встречается в 1970 году у австрийского архитектора Э. Лихтенбергер. Она определяет второе жилище, как дополнительное жилье, расположенное за городом, которое поддерживается лицом или семьей наряду с основным жильем [8].

Это определение дает следующие критерии для классификации второго жилища:

1. Расположение за городом. Данный критерий четко демонстрировал зоны распространения второго жилища в 1960-1980 годы. Большинство вторых жилищ были расположены вне границы города.
2. Существование в единственном числе. Владение большим количеством не предполагается.
3. Принадлежность только одной семье.
4. Временное использование. Однако, не обязательно, что второе жилище используется меньшее количество времени, чем первое.
5. Владение вторым жилищем предполагается только городскими семьями, владение вторым жилищем сельскими жителями не принимается во внимание [8].

Данное архитектором Э. Лихтенберг определение второго жилища использовалось множеством исследователей практически всё следующее десятилетие.

Британский географ Коппок (Coppock J.T.) В 1977 в опубликованной монографии о понятии второе жилище говорит следующим образом: второго жилища может определяться как дом, арендованный или находящийся в собственности у семьи, имеющей основное место проживания где-то еще, и используется этот дом с рекреационными целями или с целью отвлечься от привычного места жительства [5].

Яаксон Р. (Jaakson R.) в 1986 рассматривает второе жилище в своей статье как форму внутреннего туризма, где второе жилье используется вне повседневной среды для регулярных поездок. [7]

Швейцарские архитекторы Шульц и Вюрмли (Schulz H. R., Würmli P.) в 2004 году дают термину “второе жилище” следующее определение: второе жилище - это квартира или дом, не служащие местом для постоянного проживания. К ним относятся: квартиры выходного дня, сезонные дома, дома для отдыха или апартаменты, сдающиеся в аренду, номера в апарт-отелях, если там не предоставляются гостиничные услуги, апартаменты, которые предоставляются в аренду работодателями на определенный срок.[12]

Холл К. Майкл и Мюллер Дитер К. (Hall, C.M., Müller, D.K.) в 2004 году в своем исследовании рассматривают второе жилище с точки зрения туристической мобильности. Второе жилище - это загородный коттедж, летний домик или дача, которые являются неотъемлемой частью туристического и оздоровительного образа жизни семей в развитых странах. [6]

Похожее определение в 2010 году дают швейцарские ученые Э. Линдер (E. Linder), Д. Оберхольц (D. Oberholz), М. Штауб (M. Staub), Ф. Вебер (F. Weber): второе жилище - это жилье, в котором семья проживает менее 182 дней в год [9].

Шведские исследователи-географы Бэк А. и Марьяваара Р. (Back, A., & Marjavaara, R.) в 2017 году в своей статье отмечают, что второе жилище - это рекреационные дома, дома для отдыха, летние дома, деревенские дома или дома выходного дня, используемые ограниченное количество времени в году с рекреационными целями [3].

Исследователь из Китая в области географии и туризма Янг К. (Yang, K.) в 2018 году дает следующее определение: второе жилище - вид недвижимости в собственности, который используется владельцами как альтернативное место проживания их основному месту жительства, преимущественно используется в нерабочие дни с досуговыми целями [13].

Испанские географы Понтес М.А., Гарсия-Марин Р., Морено-Муньос Д. (Pontes, M.-A., García-Marín, R., & Moreno-Muñoz, D.) в 2020 году также дают определение понятию “второе жилище” – это недвижимость, которой владеют семьи в качестве альтернативы первому жилью, преимущественно используется в выходные и праздничные дни для отдыха, досуга и туризма и предполагает регулярное посещение объекта, что способствует созданию эмоциональной связи с этим местом [11].

Большинство зарубежных авторов не подразумевают под вторыми жилищами те объекты, которые семьи сдают в аренду и рассматривают данные дома и квартиры в качестве пассивного заработка.

Параллельно с зарубежными исследованиями в отечественной научной литературе также формировалось понятие “второе жилище” и его определение. С.Б. Поморов в своей монографии в 2004 году отмечает, что термин «второе жилище» широко распространен на практике, но не имеет четкого определения. Автор считает, что данное понятие подразумевает не конкретный тип, а множество жилых единиц, таких как дача, дом за городом, садовый дом или любой дом для сезонного пребывания. ПоморовС.Б. отмечает, что данный термин демонстрирует феномен двойственности жилья. Данное определение подразумевает, что семьи имеют не одно жилище, а два и более, которые используют в разное время года в зависимости от целей. В процессе исследования автор трактует определение второго жилища через совокупность следующих признаков: сезонное использование, не регулярное проживание, рекреационный фактор. Основываясь на этом, С.Б.Поморов дает собственную интерпретацию этого явления и выводит свое определение понятия “второе жилище” как «жилище компенсационного типа». Поморов С.Б. пишет: «Второе жилище компенсационного типа — это не основное, временное жилище, переменного режима использования и неравномерной загрузки, представляющее собой неразрывное двуединство жилого дома и земельного надела, принадлежащих на правах собственности/аренды одной семье либо малой группе семей. Это фрагмент городского жилища, вынесенный за черты города, который выполняет особую функцию, делегированную ему городскими условиями проживания, - компенсационную. Это целостный природно-технический комплекс с различным уровнем преобразования исходного природного ландшафта, имеющий обозначенные границы, различается размерами территории, способом ее обустройства, долевым соотношением развернутых здесь основных функций» [2].

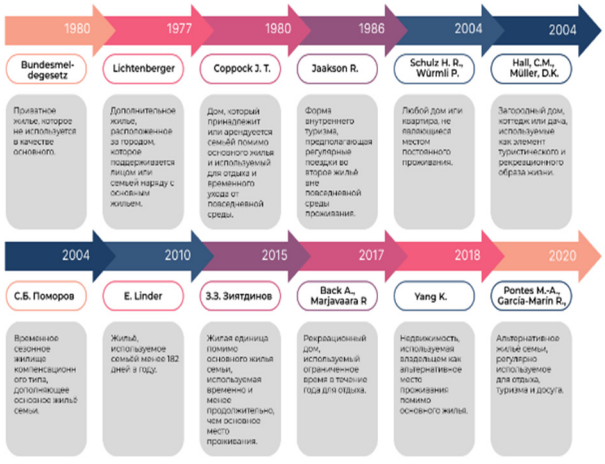


Рисунок 1 - Хронология возникновения понятия “второе жилище”

В статье 2015 года “Определение понятия «второе жилище»” Зиятдинов З.З. формулирует развернутое определение понятия: “второе жилище – это жилая единица (ячейка) (в виде односемейного дома или квартиры в многоквартирном доме), которая расположена (за пределами обычной среды проживания) в городском или сельском поселении или вне поселения и принадлежит наряду с основным жилищем (в виде дома или квартиры в городе или сельском поселении) на правах частичной или полной собственности или аренды одной и той же семье (или нескольким семьям, у каждой из которых имеется основное жилище) и используется членами семьи (или семей) временно, в течение года менее продолжительно, чем основное жилище.” Зиятдинов З.З. также обстоятельно изучил дефиницию понятия “второе жилище”. В своей статье он рассмотрел 8 научных и утилитарных определений и систематизировал признаки, выделив следующие 11 критериев: а) расположение за территорией основного проживания; б) в имуществе у одной семьи или у нескольких на условиях долевой собственности; в) продолжительность нахождения не дольше 6 месяцев; г) главной функцией является рекреация; д) использование жилья с целью ведения сельскохозяйственной деятельности; е) другие функции: получение прибыли от сдачи в аренду, использование для пребывания во время учебы, работы и др.; и) использование жилища жителями не проживающими в данной местности; к) расположение за пределами основного места проживания; л) мобильность жилища; н) наличие у одно семьи 2 и более вторых жилищ; с) не используется в качестве первого жилища [1].

Анализ отечественных и зарубежных определений, классификаций и подходов демонстрирует, что феномен “второе жилище” не имеет четкой формулировки и трактуется в зависимости от контекста или через характер использования жилища. В связи с этим, возникает необходимость систематизировать уже существующие определения и выявить теоретические подходы (рисунок 2) к определению “второго жилища”:

Рисунок 2 - Подходы к определению понятия “второе жилище”

1. *Рекреационный подход.* В рамках данного подхода рассматривается временное жилище, которое имеет сезонный характер (преимущественно функционирует в теплое время года) и используется с целью рекреации, отдыха и смены городской обстановки. Есть возможность частого использования, к примеру, каждые выходные.
2. *Туристический подход.* Рассматриваемый подход предполагает, что жилище имеет временную и сезонную форму проживания в другом городе или стране и является альтернативой отелям и гостиницам. Предполагает эпизодическое использование.
3. *Социально-пространственный подход.* В данном подходе второе жилище рассматривается как элемент образа жизни и пространственной мобильности семьи, что связано с удаленностью места работы от основного места жилья.
4. *Экономический подход.* Данный подход рассматривает второе жилище семей, как имущество, приобретаемое с целью сохранения средств или получения пассивного дохода.
5. *Компенсационный подход.* Второе жилище рассматривается, как способ восполнения утраченных в процессе урбанизации составляющих города: природный фактор, уединение, автономность и пространство.

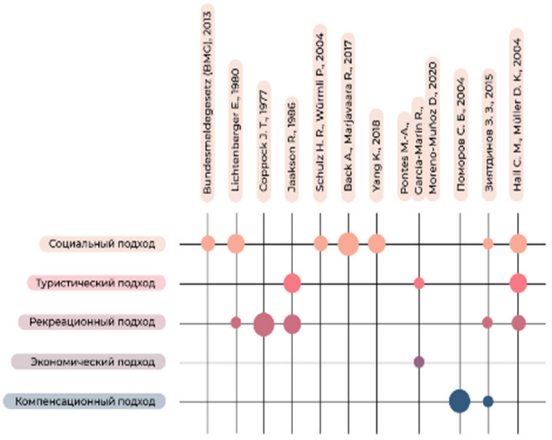


Рисунок 3 - Матрица сопоставления авторов и теоретическихподходов к определению понятия "второе жилище"

Далее в работе проведено сопоставление авторских подходов и определений отечественных и зарубежных авторов (Рисунок 3). Опираясь на данную корреляцию, можно выявить следующие закономерности: 7 из 11 определений относятся к *социально-пространственному подходу*. Наиболее выраженно рассматриваемый подход наблюдается в определении у Бэк А. и Марьяваара Р. в 2017 году; *Рекреационный подход* наблюдается у 5 из 11 авторов, однако наиболее проявленным является у Коппок Дж. Т. в трактовке 1977 года; *Туристический подход* наблюдается лишь у троих из 11 авторов определения, при этом не является ярко выраженным подходом в определении и затрагивается лишь косвенно; *Экономический подход* частично наблюдается лишь в одном исследовании; *Компенсационный подход* наблюдается у 2 из 11 исследователей, однако в работах Поморова С.Б. данный подход значительно выражен и последователен.

Таким образом, анализ исследований отечественных и зарубежных авторов позволяет нам систематизировать критерии определения понятия «второе жилище» и предложить подходы к его определению, что в свою очередь, позволяет нам сформулировать авторское определение: второе жилище – это жилая единица (одна или несколько), принадлежащая одной семье на правах собственности, которая не является местом постоянного проживания (однако, может быть наравне с первым жилищем по количеству проведенных в нем дней в году) и используется со следующими целями: компенсации природного фактора, рекреации и отдыха, инвестиции, мобильности (квартира в городе работы), туризма. К ним относятся: дачи, садовые дома, капитальные загородные дома (ИЖС), квартиры в городе постоянного проживания, квартиры за городом постоянного проживания, квартиры в другом городе и стране, таунхаусы, апартаменты.

Литература

1. Зиятдинов Зуфар Закиевич Определение понятия«Второе жилище» // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-ponyatiya-vtoroe-zhilische (дата обращения: 10.03.2026).
2. Поморов С. Б. Второе жилище горожан или дом на природе. Урбоэкологические аспекты городского жилища : науч. монография. Новосибирск, 2004.
3. Back, A., & Marjavaara, R. (2017). Mapping an invisible population: The uneven geography of second-home tourism. Tourism Geographies, 19(4), 595-611
4. Bundesmeldegesetz (BMG) vom 3. Mai 2013 (BGBl. I S. 1084) [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bmg/ (дата обращения 20.03.2026)
5. Coppock, J. T. (Ed.). (1977). Second homes: Curse or blessing? Oxford: Pergamon Press.
6. Hall, C.M., Müller, D.K. (2004). Tourism, Mobility and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Channel View Publications.
7. Jaakson, R. (1986). Second-home domestic tourism. Annals of Tourism Research, 13(3), 367–391.
8. Lichtenberger E. Die Stellung der Zweitwohnungen im städtischen System — das Wiener Beispiel. Berichte zur Raumforschung und Raumplanung. 1980. № 1. S. 3–13.
9. Linder E., Oberholz D., Staub M., Weber F., Wiesmann H. Zweitwohnungen: Umgang mit Zweitwohnungen. Arbeitshilfe für die Ortsplanung. Bern: Amt für Gemeinden und Raumordnung, 2010.
10. Paris C. Affluence, Mobility and Second Home Ownership / C. Paris. — Лондон ; Нью-Йорк : Routledge, 2011. — 200 с.
11. Pontes, M.-A., García-Marín, R., & Moreno-Muñoz, D. (2020). Turismo, producción inmobiliaria y procesos espaciales: La difusión del modelo turístico español hacia Brasil. EURE (Santiago), 46(137), 135-156.
12. Огиенко Е.Л., Гарькин И.Н., Колесников А.А. Современные подходы к проектированию государственного социального жилища: анализ международного опыта // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2026. № 3. С. 128-137.
13. Огиенко Е.Л., Гарькин И.Н., Колесников А.А. Архитектурные решения муниципального жилища в Испании // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Т. 27. № 6. С. 90-102

"Second home": the problem of definition of a scientific concept

Popov A.O., Litvina P.V., Garkin I.N.
Kazan Federal University

JEL classification: L61, L74, R53

This article analyzes the theoretical concepts underlying definitions of the term "second home." A critical analysis of existing definitions proposed by Russian and international authors within the framework of architectural, sociological, geographical, and economic research is conducted. Five key approaches to defining the concept of "second home" are identified and systematized: tourist (second home as an element of recreational infrastructure), economic (emphasis on property, investment, and the real estate market), socio-spatial (impact on the settlement system and territorial transformation), compensatory (replenishment of the deficit of natural and psychological comfort), and recreational (focus on the restoration of physical and emotional resources). Based on a comparison of the identified approaches and a generalization of existing interpretations, the author formulates a definition of the concept of "second home" that integrates its multifunctional nature and takes into account modern trends in mobility, digitalization, and lifestyle transformation. The results of the work contribute to the streamlining of the terminology used in second home research and can be used in the development of spatial planning strategies and housing policy.

Keywords: second home, cottage, suburban housing, recreational housing, definition, terminological analysis, tourist approach, economic approach, socio-spatial approach, compensatory approach, recreational approach, settlement system, urbanization.

References

1. Ziyatdinov Zufar Zakievich. Definition of the concept "Second Home" // Academic Bulletin of the UralNIIproekt RAASN. 2015. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-ponyatiya-vtoroe-zhilische (accessed: 10.03.2026).
2. Pomorov S. B. Second Home of City Residents or a Home in Nature. Urboecological Aspects of Urban Housing: Scientific Monograph. Novosibirsk, 2004.
3. Back, A., & Marjavaara, R. (2017). Mapping an Invisible Population: The Uneven Geography of Second-Home Tourism. Tourism Geographies, 19(4), 595-611
4. Bundesmeldegesetz (BMG) vom 3. Mai 2013 (BGBl. I S. 1084) [Electronic resource]. Access mode: URL: https://www.gesetze-im-internet.de/bmg/ (access date 03/20/2026)
5. Coppock, J. T. (Ed.). (1977). Second homes: Curse or blessing? Oxford: Pergamon Press.
6. Hall, C.M., Müller, D.K. (2004). Tourism, Mobility and Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground. Channel View Publications.
7. Jaakson, R. (1986). Second-home domestic tourism. Annals of Tourism Research, 13(3), 367–391.
8. Lichtenberger E. Die Stellung der Zweitwohnungen im städtischen System - das Wiener Beispiel. Berichte zur Raumforschung und Raumplanung. 1980. No. 1. S. 3–13.
9. Linder E., Oberholz D., Staub M., Weber F., Wiesmann H. Zweitwohnungen: Umgang mit Zweitwohnungen. Arbeitshilfe für die Ortsplanung. Bern: Amt für Gemeinden und Raumordnung, 2010.
10. Paris C. Affluence, Mobility and Second Home Ownership / C. Paris. - London; New York: Routledge, 2011. - 200 p.
11. Pontes, M.-A., García-Marín, R., & Moreno-Muñoz, D. (2020). Tourism, housing production, and Spanish processes: The diffusion of the Spanish-speaking tourism model in Brazil. EURE (Santiago), 46(137), 135-156.
12. Ogienko, E.L., Garkin, I.N., Kolesnikov, A.A. Modern approaches to the design of state social housing: an analysis of international experience // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2026. No. 3. pp. 128-137.
13. Ogienko, E.L., Garkin, I.N., Kolesnikov, A.A. Architectural solutions for municipal housing in Spain // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2025. Vol. 27. No. 6. Pp. 90-102

Стратегия технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания

Глазунов Никита Александрович
Главный инженер, ООО «Рилайд Проект», 9856417599@mail.ru

Цель исследования — разработка стратегии технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания на основании сопоставления энергетического потенциала уходящих газов, параметров оборудования и эксплуатационных затрат. В статье использованы структурный и сравнительный анализ, дедуктивное моделирование, систематизация расчётных параметров и оценка годового экономического эффекта. Результат исследования: разработана авторская модель, охватывающая исходные данные, полезно извлекаемую теплоту, характеристики рекуперативного аппарата, стоимость замещённой энергии и критерии инженерного выбора. Выводы: а) целесообразность рекуперации определяется соответствием теплового ресурса фактической потребности здания; б) интервальный расчёт повышает достоверность оценки годовой экономии; в) предложенная стратегия позволяет специалистам обосновывать выбор оборудования, оценивать границу допустимых вложений и снижать энергоёмкость технологического теплоснабжения в период эксплуатации здания.

Ключевые слова: рекуперация теплоты, технологическая вентиляция, технологическое теплоснабжение, энергоэффективность, технико-экономическое обоснование.

Введение

Развитие строительной отрасли всё в большей степени связано с внедрением инженерных решений, направленных на снижение энергоёмкости зданий и повышение экономической отдачи капитальных вложений. В данном контексте «современные исследования подчеркивают возрастающую роль инноваций в обеспечении устойчивого экономического роста» [1, с. 214]. Одним из прикладных направлений данного процесса выступает возврат теплоты удаляемых воздушных и газовых потоков, значение которого возрастает вследствие повышения стоимости энергоресурсов и увеличения доли вентиляционных теплопотерь в энергетическом балансе здания. В системах технологической вентиляции здания данное положение является прикладным ориентиром потому, что уходящие газы часто отличаются значительным температурным потенциалом, их выброс увеличивает нагрузку на систему технологического теплоснабжения и эксплуатационные расходы [2]. Теоретическое содержание рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания определяется законом сохранения энергии и представлением об уходящих газах как о вторичном энергетическом ресурсе. Под рекуперацией понимается передача низкопотенциальной теплоты вытяжного воздуха наружному воздуху [3]. В физическом отношении рекуперация теплоты есть перенос тепла от вытяжного к приточному воздуху через теплопередающую поверхность [4].

Размер возможной экономии зависит от расхода удаляемой среды, температурного перепада, продолжительности работы оборудования и характера технологического процесса, поэтому наличие вторичного энергетического ресурса само по себе остаётся недостаточным основанием для установки рекуперативного аппарата.

Технико-экономическое обоснование становится центральной частью проектного решения вследствие противоречия между тепловой производительностью рекуперации и совокупными затратами на её реализацию. Повышение площади теплообмена и температурной эффективности может сопровождаться ростом аэродинамического сопротивления, мощности вентиляторов, стоимости оборудования и расходов на обслуживание [3]. Также ограничения связаны с образованием конденсата, риском обледенения, загрязнением теплообменных поверхностей и необходимостью разделения воздушных потоков [5]. Так, оценка по одному коэффициенту температурной эффективности сужает профессиональный вывод, поскольку одинаковый объём возвращённой теплоты способен соответствовать различным капитальным затратам, расходам электрической энергии и срокам окупаемости. Состав факторов технико-экономической эффективности вследствие этого выходит за рамки теплотехнического расчёта и охватывает уже эксплуатационную надёжность, санитарные ограничения и соответствие рекуперативного аппарата параметрам конкретной системы технологической вентиляции здания [4].

Практическая актуальность технико-экономического обоснования возрастает в производственных зданиях с продолжительной работой технологического оборудования, высокой температурой уходящих газов и переменной потребностью в рекуперированной теплоте. Проектировщик сопоставляет потенциальную экономию тепловой энергии со стоимостью изготовления, монтажа, автоматизации, обслуживания и дополнительного электропотребления, поскольку модернизация вентиляции способна изменить энергетические и эксплуатационные показатели всей инженерной системы [6]. Экономический эффект возникает при соответствии объёма реально используемой рекуперированной теплоты затратам на создание и эксплуатацию оборудования. Специалист на основании расчётного сопоставления определяет границу целесообразности рекуперации, допустимый объём инвестиций и срок возврата вложенных средств. Научная задача исследования состоит в разработке стратегии технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания, ориентированной на последовательное принятие профессионального инженерного решения.

Результаты и обсуждение

Теоретическое содержание рекуперации теплоты в системах технологической вентиляции здания определяется законом сохранения энергии и представлением об уходящих газах как о вторичном энергетическом ресурсе. Технологический процесс сообщает газовой среде теплоту, часть которой покидает здание вместе с удаляемым потоком. Разность энтальпий газа до теплообменного аппарата и на выходе из него

характеризует располагаемый энергетический потенциал, который допускает полезное использование [7]. Рекуперация теплоты вследствие этого означает возврат части ранее затраченной энергии в инженерную систему здания посредством теплообмена между удаляемой средой и рабочим теплоносителем.

Физическая сущность рекуперации связана с непрерывной передачей теплоты сквозь стенку, разделяющую две среды. В рекуперативном аппарате удаляемые газы и нагреваемый теплоноситель остаются в самостоятельных каналах, что исключает смешение сред и ограничивает перенос загрязняющих веществ. Интенсивность теплопередачи определяется коэффициентом теплопередачи, площадью поверхности и средним температурным напором [3]. Изменение любого из указанных физических условий отражается на количестве теплоты, которое может быть передано от уходящих газов к системе технологического теплоснабжения здания.

Следующее теоретическое положение связано с тепловлажностным состоянием удаляемой среды. Охлаждение влажных уходящих газов ниже температуры точки росы сопровождается конденсацией водяного пара и высвобождением скрытой теплоты фазового превращения. Доступный энергетический потенциал вследствие этого включает явную теплоту охлаждения газа и скрытую теплоту конденсации содержащейся в нём влаги [7]. Фазовое превращение меняет условия теплопередачи, температуру стенки и количество образующегося конденсата, поэтому оценка с учётом энтальпии удаляемого воздуха учитывает тепловлажностное состояние потока полнее, чем расчёт по температурному коэффициенту [7].

Системное понимание рекуперации охватывает источник вторичной теплоты, рекуперативный аппарат, рабочий теплоноситель и потребителя возвращённой энергии. Полезное использование теплоты определяется соответствием между её образованием в технологическом процессе и потреблением в инженерных системах здания. Различие по времени между указанными процессами ограничивает долю энергии, которая фактически замещает теплоту основного источника. Комбинированные системы рекуперации подтверждают значение согласования тепловых потоков, поскольку итоговая энергетическая эффективность зависит от взаимодействия всех элементов установки [5].

Количество возвращённой теплоты характеризует энергетическую сторону рекуперации, температурный уровень уходящих газов отражает качество вторичного энергетического ресурса. Высокий температурный потенциал расширяет область полезного использования энергии, низкий потенциал сокращает возможный температурный напор и усиливает влияние необратимых потерь. Снижение температуры газа вдоль поверхности теплообмена сопровождается уменьшением интенсивности передачи теплоты, вследствие чего предельное извлечение энергии ограничивается законами теплопередачи. Конструктивное увеличение поверхности способно повысить тепловую производительность аппарата, хотя рост его аэродинамического сопротивления увеличивает затраты энергии на перемещение газовой среды [6].

С учётом выявленных зависимостей целесообразна следующая классификация факторов технико-экономической эффективности (табл. 1).

Таблица 1

Классификация факторов технико-экономической эффективности рекуперации теплоты в технологической вентиляции

Группа факторов	Состав факторов	Технико-экономическое значение
Энергетические	Температура, энтальпия, расход и влажность уходящих газов; продолжительность работы оборудования	Располагаемый тепловой потенциал и годовой объём рекуперации
Теплообменные	Коэффициент теплопередачи; площадь поверхности; температурный напор; конденсация влаги	Тепловая производительность рекуперативного аппарата
Аэродинамические	Скорость потока; сопротивление аппарата; потери давления	Дополнительное электропотребление
Конструктивные	Материал; схема потоков; герметичность; коррозионная стойкость	Стоимость, ресурс и ремонтопригодность оборудования
Эксплуатационно-системные	Загрязнение поверхности; отвод конденсата; автоматическое регулирование; соответствие образования и потребления	Доля полезно использованной теплоты и расходы на обслуживание
Экономические	Проектирование; изготовление; монтаж; обслуживание; потребление энергии	Экономический эффект и срок окупаемости

Источник: авторская разработка на основе [5], [7-9]

Однако на практике нередко возникает методическая проблема оценки энергетического потенциала уходящих газов. Она возникает вследствие расхождения между расчётным тепловым ресурсом и его фактической доступностью в течение производственного цикла. Проектное значение обычно рассчитывается по номинальной температуре и расходу потока, тогда как технологическая загрузка, подсос наружного воздуха, состав топлива, влаговыделение и продолжительность работы оборудования меняют тепловое состояние уходящих газов. Однократное измерение характеризует локальный участок цикла, поэтому обоснованный результат рассчитывается по ряду синхронизированных данных о температуре, расходе и длительности технологических операций [10]. Ещё один источник погрешности связан с разграничением теоретически располагаемой и полезно извлекаемой теплоты. В расчёте учитывается изменение состояния влажной газовой смеси, так как часть энергии относится к охлаждению сухих газов, другая часть связана с водяным паром и его конденсацией. Вместе с тем нижняя граница температуры уходящих газов зависит от коррозионной стойкости оборудования, условий отвода конденсата и допустимого охлаждения удаляемой среды. Здесь в расчёт баланса тепломассообмена обычно включаются промежуточные состояния газового потока между входным и выходным сечениями рекуперативного аппарата [11]. Реально доступный объём теплоты также зависит от совпадения времени её образования с потребностью системы технологического теплоснабжения здания [12]. Общую оценку целесообразно представлять диапазоном значений по характерным участкам производственного цикла. На основании сопоставления расчётных величин с эксплуатационными измерениями специалист разграничивает располагаемый энергетический потенциал уходящих газов и объём теплоты, доступный для последующего технико-экономического обоснования [8]. Расчёт располагаемой и полезно извлекаемой теплоты проводится по параметрам технологической вентиляции (табл. 2). Первичными величинами служат объёмный расход уходящих газов, их температура, давление, плотность, влагосодержание и химический состав в сечении предполагаемого размещения рекуперативного аппарата. Взаимная зависимость температуры, плотности и перепада давления определяет фактический расход газового потока, поэтому паспортная производительность вентилятора характеризует номинальное состояние системы [13].

Таблица 2

Параметры технологической вентиляции для расчётного обоснования рекуперации теплоты

Группа параметров	Состав	Расчётное значение
Газодинамические	Расход, температура, давление, плотность, скорость газа	Тепловая мощность и гидравлическая нагрузка
Тепловлажностные	Энтальпия, влагосодержание, точка росы, конденсируемая влага	Явная и скрытая теплота
Технологические	Загрузка оборудования, длительность цикла, частота остановок, подсос воздуха	Продолжительность использования теплового потенциала
Сетевые	Сечение каналов, потери давления, запас напора, герметичность	Допустимость размещения рекуперативного аппарата
Параметры автоматики	Частота вращения вентилятора, положение регулирующих органов, аварийные ограничения	Границы изменения расхода

Источник: авторская разработка на основе [13-14]

Характер технологического процесса раскрывается посредством коэффициента загрузки оборудования, длительности цикла, частоты остановок, объёма подсосов и интенсивности выделения загрязняющих веществ. Коэффициент загрузки и продолжительность операций позволяют установить интервалы стабильного образования теплоты и долю времени, в течение которой удаляемый поток обладает расчётной температурой. В крупногабаритных технологических помещениях учитываются пространственное распределение температур и кратность воздухообмена, поскольку локальные различия воздушных потоков меняют параметры в точке отбора теплоты [14]. Расчётная характеристика сети дополняется площадью живого сечения воздуховода, скоростью газа, потерей давления, запасом напора вентилятора, герметичностью каналов и температурой поверхности в предполагаемом узле теплообмена.

Совместное рассмотрение данных величин позволяет определить участок потока, доступный для отвода теплоты с сохранением требуемого удаления вредных выделений. В расчёт также включаются частота вращения вентилятора, положение регулирующего органа и аварийные ограничения. По этим данным устанавливается диапазон расхода в течение производственного цикла.

Сформированный состав параметров оформляется в систему исходных данных с разграничением проектных, технологических и эксплуатационных сведений. Проектная документация содержит схему воздуховодов, расчётные расходы и точки подключения, технологический регла-

мент описывает загрузку оборудования, длительность операций и допустимые параметры удаления газов. Паспорта оборудования дополняют сведения характеристиками вентиляторов, приводов и средств автоматизации, архив автоматического регулирования отражает фактическое распределение тепловой нагрузки во времени [8]. Сведения о наружной среде охватывают температуру воздуха, влажность, скорость ветра и солнечную радиацию за расчётный интервал. Часовые или суточные ряды обладают большей расчётной ценностью по сравнению с единичными нормативными значениями, поскольку отражают продолжительность характерных состояний наружной среды и их совпадение с работой технологического оборудования [15]. Тепловая потребность здания описывается графиком нагрузки и доступностью основного источника энергии в пределах общего расчётного периода [16]. Данные об эксплуатации формируются из архивов диспетчеризации, журналов работы и натурных измерений. Каждая величина сопровождается единицей измерения, временной отметкой, местом отбора, допустимой погрешностью и указанием происхождения. Система исходных данных включает в себя минимальные, средние и максимальные показатели с указанием продолжительности каждого состояния.

Значение системы исходных данных раскрывается в ходе расчёта стоимостного замещения энергии основного источника. Специалист распределяет рекуперированную теплоту по характерным интервалам работы технологической вентиляции, соотносит её с продолжительностью каждого интервала и тарифом на тепловую энергию. В авторской модели годовой экономический эффект предлагается рассчитывать по стоимостному балансу тепловой экономии и затрат энергии, использованному в оценке теплоутилизационной установки (формула (1)).

$$Э_r = \sum_{i=1}^{n} Q_{р,i}\tau_i C_t - W_{доп}C_э - З_{ЭКСП} \quad (1)$$

где: $Э_r$ – годовой экономический эффект, рублей/год; $Q_{р,i}$ – средняя тепловая мощность рекуперации в i-м расчётном интервале, кВт; τ_i – продолжительность i-го расчётного интервала, ч; C_t – стоимость единицы тепловой энергии, рублей/кВт·ч; $W_{доп}$ – дополнительное потребление электрической энергии, кВт·ч/год; $C_э$ – стоимость единицы электрической энергии, рублей/кВт·ч; $З_{ЭКСП}$ – годовые эксплуатационные затраты, рублей/год; n – число расчётных интервалов.

Расчёт выполняется по интервалам с однородными параметрами работы технологической вентиляции. Специалист определяет среднюю тепловую мощность каждого интервала по фактическим значениям расхода и энтальпии уходящих газов. Умножение мощности на продолжительность интервала даёт объём рекуперированной теплоты, фактически замещающий энергию основного источника. Важно отметить, что в расчёте учитывается число часов стояния наружных температур, так как продолжительность климатических состояний влияет на годовую экономию [7]. В части затрат учитываются расходы энергии на перемещение сред и управление оборудованием вместе с расходами эксплуатации. Модернизация вентиляции посредством частотного регулирования меняет потребление электроэнергии, в связи с чем в расчёт входит фактическая мощность электродвигателей и продолжительность их работы [6]. Расходы на акустический контроль и устранение шумового воздействия учитываются в составе эксплуатации, поскольку фактические акустические характеристики вентиляции зависят от качества монтажа и состояния оборудования [2].

Положительное значение эффекта ($Э_r$) свидетельствует о превышении стоимости замещённой тепловой энергии над годовыми расходами рекуперации. Нулевое значение соответствует равенству экономии и текущих затрат. Отрицательное значение указывает на превышение расходов эксплуатации над стоимостью возвращённой теплоты. При этом годовой эффект отделён от капитальных вложений; текущий результат и стоимость создания системы рассматриваются раздельно.

В авторской модели специалист сначала проверяет сопоставимость исходных данных, затем рассчитывает стоимость замещённой теплоты и вычитает расходы энергии и эксплуатации. Сопоставление критериев расчётных и измеренных показателей повышает обоснованность инженерного решения [10]. Обобщённая модель стратегии технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системе технологической вентиляции здания представлена ниже (рис. 1). Смысл авторской модели состоит в рассмотрении рекуперации теплоты как единого инженерно-экономического решения, в котором фактические свойства уходящих газов соотносятся с возможностями технологической вентиляции, характеристиками теплообменного оборудования и реальной потребностью здания в возвращаемой теплоте. Специалист оценивает объём доступной энергии, проверяет техническую осуществимость её отбора, определяет условия полезного использования и сопоставляет стоимость сбережённой теплоты с расходами на оборудование, электрическую энергию и эксплуатацию.

Данный порядок исключает формальную оценку по одному показателю эффективности и даёт обоснованный ответ на главный практический вопрос — принесёт ли установка рекуперативного аппарата экономический эффект в конкретном здании при фактических условиях работы технологической вентиляции.

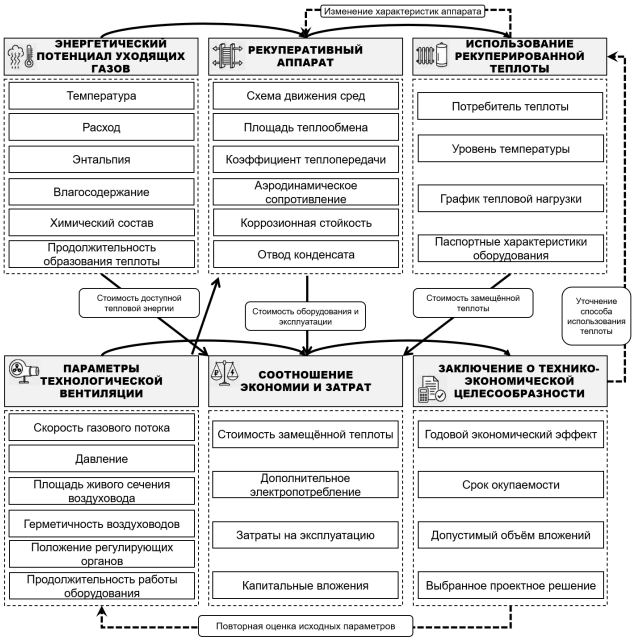


Рисунок 1 – Обобщённая модель стратегии технико-экономического обоснования рекуперации теплоты в системе технологической вентиляции здания
Источник: авторская разработка

Выбор рекуперативного аппарата определяется совместимостью конструкции с составом и состоянием удаляемой среды. Специалист учитывает температуру, влагосодержание, запылённость, химическую активность и вероятность выпадения конденсата. Совокупность данных служит основанием для определения материала теплопередающей поверхности, способа разделения потоков и допустимой температуры охлаждения уходящих газов. Коррозионная активность и загрязнение поверхности сокращают ресурс оборудования и повышают трудоёмкость очистки [4].

Теплотехническое соответствие аппарата оценивается по диапазону температур, соотношению расходов сред, среднему температурному напору, коэффициенту теплопередачи и площади поверхности. Паспортный коэффициент эффективности сопоставляется с расчётными значениями конкретной системы, так как различие расходов греющей и нагреваемой сред заметно меняет фактическую передачу теплоты [3]. Влажный газовый поток также оценивается по энтальпии, точке росы и условиям конденсации, что позволяет определить реальную тепловую производительность и вероятность обмерзания [7].

Аэродинамическая совместимость связана с потерей давления в теплообменнике и запасом напора действующего вентилятора. В данном случае специалист сопоставляет сопротивление аппарата с характеристикой сети, фактическим расходом газов и мощностью электропривода. Допустимым считается вариант, обеспечивающий расчётный воздухообмен и технологическое удаление загрязнений при экономически оправданном дополнительном электропотреблении [6].

Конструктивная оценка охватывает материал, герметичность, отвод конденсата, доступ к поверхности теплообмена и возможность очистки. Значение также приобретает размещение аппарата относительно технологического оборудования и вентиляционной сети. Так, ограниченный доступ увеличивает продолжительность остановок и расходы обслуживания. Модульная конструкция, сменные элементы и защищённые участки отвода конденсата повышают ремонтопригодность и поддерживают расчётные характеристики в течение установленного срока службы [4].

Эксплуатационная надёжность оценивается по изменению тепловых и аэродинамических показателей аппарата в условиях колебания расхода, температуры и влажности уходящих газов.

Схема управления включает датчики температуры и давления, обводной канал, защиту от обмерзания, сигнализацию загрязнения и ограничение расхода в случае аварийных отклонений. Специалист согласует автоматическое регулирование с графиком работы технологического

оборудования, за счёт чего сокращаются периоды избыточной вентиляции и расход электрической энергии [5].

Следует подчеркнуть, что профессиональный выбор целесообразно оформлять в виде матрицы обязательных и сравнительных критериев. К обязательным относятся санитарная безопасность, коррозионная стойкость, герметичность, допустимое аэродинамическое сопротивление и обеспечение требуемого воздухообмена. Сопоставление аппаратов проводится по тепловой производительности, расходу электроэнергии, трудоёмкости обслуживания, уровню шума и стоимости оборудования [2]. Предпочтение специалиста определяется соблюдением обязательных ограничений, энергетической отдачей, надёжностью эксплуатации и величиной затрат. Содержание методических критериев и условия приемлемости рекуперативного аппарата представлены ниже (табл. 3).

Теоретическая оценка окупаемости основана на сопоставлении капитальных вложений с годовым экономическим эффектом, рассчитанным по фактической продолжительности работы системы. Срок окупаемости определяется отношением затрат на проектирование, оборудование и монтаж к годовой экономии с учётом расходов на электроэнергию и обслуживание. При переменной тепловой нагрузке расчёт проводится по характерным периодам работы, поскольку единое среднегодовое значение способно скрыть сезонные и производственные колебания [7].

Обоснованность результата зависит от учёта загрязнения поверхности теплообмена, изменения расхода газов и отклонения температуры от расчётного значения [10].

Таблица 3

Методические критерии выбора рекуперативного аппарата для технологической вентиляции здания

Критерий	Оцениваемые характеристики	Условие приемлемости
Параметры удаляемой среды	Температура; энтальпия; влагосодержание; запылённость; химическая активность; конденсация	Совместимость материала и схемы теплообмена со свойствами среды
Теплотехническое соответствие	Температурный напор; соотношение расходов; коэффициент теплопередачи; площадь поверхности; точка росы; производительность	Достаточный объём полезно передаваемой теплоты
Аэродинамическая совместимость	Потери давления; сопротивление аппарата; запас напора вентилятора; мощность электропривода	Расчётный воздухообмен при допустимом дополнительном электропотреблении
Конструктивная пригодность	Герметичность; коррозионная стойкость; отвод конденсата; доступ к поверхности; способ очистки; модульность	Ремонтопригодность и сохранение расчётных характеристик
Эксплуатационная надёжность	Колебания; защита от обмерзания; сигнализация загрязнения; обводной канал	Стабильность тепловых и аэродинамических показателей
Санитарно-акустическое соответствие	Разделение потоков; перенос загрязняющих веществ; уровень шума; безопасность	Соблюдение санитарных и акустических ограничений
Экономическая приемлемость	Стоимость оборудования; расход электроэнергии; трудоёмкость; срок службы	Рациональное соотношение энергетической отдачи и затрат

Источник: авторская разработка на основе [2-7].

Срок окупаемости целесообразно представлять диапазоном, связанным с изменением тарифа, продолжительности работы и доли полезно использованной теплоты. Сопоставление нижней и верхней границ сокращает риск завышенной оценки экономии [16].

Теоретическое значение стратегии состоит в согласовании теплотехнического расчёта, параметров вентиляционной сети и экономической оценки в рамках одного проектного решения. Проектировщик рассматривает рекуперацию как часть системы технологического теплоснабжения здания, поэтому выбор аппарата соотносится с потреблением теплоты, работой автоматики и условиями эксплуатации [8]. Стратегия позволяет заранее выявить решение с высокой тепловой отдачей и чрезмерными затратами на перемещение сред, обслуживание либо замену оборудования. Сопоставление технических и экономических показателей повышает обоснованность проектной документации и упрощает последующую проверку по данным эксплуатации [12]. Так, в масштабе здания стратегия способствует снижению энергоёмкости и обоснованному распределению капитальных вложений между инженерными системами. Практическая ценность стратегии состоит в сопоставлении проектных решений по единой системе критериев и выборе варианта с приемлемыми затратами, надёжной эксплуатацией и достаточной экономией энергии [9].

Заключение

Проведённое исследование позволило установить, что экономическая отдача рекуперации возникает при согласовании энергетического потенциала уходящих газов с возможностями вентиляционной сети и потребностью здания в возвращаемой теплоте. Высокая степень использования теплоты уходящих газов оправдана при умеренных потерях давления и удобном доступе к оборудованию. Экономический смысл решения определяется продолжительностью полезного использования возвращаемой теплоты. Инженерное решение вследствие этого оценивается по совокупному эффекту в системе технологического теплоснабжения здания. Предложенная стратегия придаёт расчётному обоснованию проверяемый профессиональный характер. Фактические данные о работе технологической вентиляции определяют расчётные интервалы, в пределах которых устанавливаются полезная тепловая мощность и стоимость замещённой энергии. Сопоставление тепловой экономии с расходом электроэнергии, обслуживанием и капитальными вложениями раскрывает границу целесообразности проекта, а проверка материала аппарата, аэродинамического сопротивления, условий очистки и санитарной безопасности уточняет допустимый вариант оборудования. Практическая ценность исследования состоит в возможности оценивать рекуперацию по данным конкретного здания и фактической работе технологического оборудования. Применение стратегии способствует обоснованному распределению инвестиций, снижению энергоёмкости инженерных систем и выбору решения, при котором возвращаемая теплота обеспечивает измеримый экономический эффект на протяжении расчётного срока эксплуатации.

Литература

1. Манаширов Э. С. ИИУ как новый интегральный показатель инновационности: расширение традиционных моделей ВВП // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2025. – № 11. – С. 213-221. – EDN WQOMSL.
2. Абрамкина Д. В. Шумовое загрязнение от систем вентиляции в жилых зданиях // Жилищное строительство. – 2023. – № 1-2. – С. 45-48.
3. Уляшева В. М., Вдовичев А. А., Дацюк Т. А., Аверьянов В. К. Режимы работы пластинчатых рекуператоров систем вентиляции и кондиционирования воздуха // Промышленное и гражданское строительство. – 2024. – № 3. – С. 34-40.
4. Хлопицын Д. О., Рымаров А. Г. Усовершенствованная рекуператорная установка с повышенным коэффициентом полезного действия для использования в механических системах вентиляции // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18. – № 9. – С. 1444-1450.
5. Liu Sh., Ma G., Lv Ya., Xu Sh. Review on heat pump energy recovery technologies and their integrated systems for building ventilation // Building and Environment. – 2024. – Vol. 248. – P. 1-18.
6. Павлидис В. Д., Чкалова М. В., Шахов В. А. Модернизация систем вентилирования производственных помещений // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 12. – С. 158-166.
7. Зафатаев В. А., Королёва Т. И. Термодинамические режимы рекуперативного теплообменника-утилизатора в приточно-вытяжной вентиляционной установке малой производительности // Наука и техника. – 2022. – Т. 21. – № 4. – С. 297-313.
8. Береговой А. М. Факторы влияния на энергоэффективность в единой энергетической системе здания // Региональная архитектура и строительство. – 2025. – № 1 (62). – С. 200-205.
9. Береговой А. М. Энергосбережение в малоэтажной жилой застройке из разнотипных зданий, подключенных к системе автоматического регулирования тепла // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – № 2 (59). – С. 209-214.
10. Аверьянов В. К., Пташкин П. А., Дерговица А. С., Кравченко Д. П., Горшков А. С. Методика планового повышения качества отопления городов на основании критериальной оценки данных тепловых вводов // Academia. Архитектура и строительство. – 2025. – № 3. – С. 131-139.
11. Саргсян С. В., Кравчук В. Ю. Поддержание требуемых параметров микроклимата неотапливаемых частей зданий за счет организации переточного воздушного отопления // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18. – № 9. – С. 1433-1443.
12. Дерина М. А., Петрянина Л. Н., Рахимов Ф. А. Ресурсосберегающие технологии при реконструкции жилых зданий: воздушная циркуляция в помещении // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – № 3 (60). – С. 189-194.
13. Гиясов А. И. Термогравитационная вентиляция жилых зданий // Вестник МГСУ. – 2025. – Т. 20. – № 10. – С. 1577-1595.
14. Ротова В. А., Асманкин Е. М., Ушаков Ю. А., Нейфельд Е. В., Иванов П. А., Резанов А. И. Методологический аспект проблемы развития резервных энергосберегающих систем вентиляции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55. – № 6 (319). – С. 106-121.

15. Эгнатосян С. М., Эгнатосян Н. М., Ерицян Л. А. Уменьшение теплопоступления в зданиях за счет искусственного понижения температуры наружного воздуха путем испарительного охлаждения // Вестник МГСУ. – 2023. – Т. 18. – № 7. – С. 1114-1122.

16. Петраш В. Д., Хоменко О. И., Басист Д. В., Голубенко А. В. Условия энергоэффективного теплоснабжения на основе трансформированной теплоты грунта и воздушных потоков // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2023. – Т. 66. – № 3. – С. 260-272.

The strategy of the feasibility study of heat recovery in the building's technological ventilation systems

Glazunov N.A.
LLC «Relyde project»

JEL classification: L61, L74, R53

The aim of the study is to develop a strategy for the techno-economic assessment of heat recovery in building process ventilation systems by comparing the energy potential of exhaust gases, equipment parameters, and operating costs. The study employs structural and comparative analysis, deductive modelling, systematization of calculation parameters, and assessment of the annual economic effect. The principal result is an original model integrating input data, recoverable useful heat, heat recovery unit characteristics, the value of displaced energy, and engineering selection criteria. The conclusions are as follows: (a) the feasibility of heat recovery is determined by the correspondence between the available thermal resource and the actual heat demand of the building; (b) interval-based calculations improve the reliability of annual energy savings estimates; and (c) the proposed strategy enables specialists to substantiate equipment selection, determine acceptable investment limits, and reduce the energy intensity of process heat supply during building operation

Keywords: heat recovery, process ventilation, process heat supply, energy efficiency, techno-economic assessment.

References

1. Manashirov E. S. IIU as a new integral indicator of innovation: expansion of traditional GDP models // Forging and Stamping Production. Pressure Treatment of Materials. – 2025. – No. 11. – P. 213-221. – EDN WQOMSL.
2. Abramkina D. V. Noise pollution from ventilation systems in residential buildings // Housing Construction. – 2023. – No. 1-2. – P. 45-48.
3. Ulyasheva V. M., Vdovichev A. A., Datsyuk T. A., Averyanov V. K. Modes of operation of plate heat exchangers of ventilation and air conditioning systems // Industrial and Civil Construction. – 2024. – No. 3. – P. 34-40.
4. Khlopitsyn D. O., Rymarov A. G. An improved recuperator unit with an increased efficiency for use in mechanical ventilation systems // Bulletin of MGSU. – 2023. – Vol. 18. – No. 9. – P. 1444-1450.
5. Liu Sh., Ma G., Lv Ya., Xu Sh. Review on heat pump energy recovery technologies and their integrated systems for building ventilation // Building and Environment. – 2024. – Vol. 248. – P. 1-18.
6. Pavlidis V. D., Chkalova M. V., Shakhov V. A. Modernization of ventilation systems for industrial premises // Agrarian Scientific Journal. – 2023. – No. 12. – P. 158-166.
7. Zafataev V. A., Koroleva T. I. Thermodynamic modes of a regenerative heat exchanger in a low-capacity supply and exhaust ventilation system // Science and Technique. – 2022. – Vol. 21. – No. 4. – P. 297-313.
8. Beregovoy A. M. Factors influencing energy efficiency in the unified energy system of a building // Regional Architecture and Construction. – 2025. – No. 1 (62). – P. 200-205.
9. Beregovoy A. M. Energy saving in low-rise residential buildings of various types of buildings connected to the automatic heat control system // Regional Architecture and Construction. – 2024. – No. 2 (59). – P. 209-214.
10. Averyanov V. K., Ptashkin P. A., Dergovitsa A. S., Kravchenko D. P., Gorshkov A. S. Methodology of planned improvement of the quality of urban heating based on a criterion assessment of heat input data // Academia. Architecture and Construction. – 2025. – No. 3. – P. 131-139.
11. Sargsyan S. V., Kravchuk V. Yu. Maintaining the required microclimate parameters of unheated parts of buildings by organizing overflow air heating // Bulletin of MGSU. – 2023. – Vol. 18. – No. 9. – P. 1433-1443.
12. Derina M. A., Petryanina L. N., Rakhimov F. A. Resource-saving technologies in the reconstruction of residential buildings: indoor air circulation // Regional Architecture and Construction. – 2024. – No. 3 (60). – P. 189-194.
13. Giyasov A. I. Thermogravitational ventilation of residential buildings // Bulletin of MGSU. – 2025. – Vol. 20. – No. 10. – P. 1577-1595.
14. Rotova V. A., Asmankin E. M., Ushakov Yu. A., Neufeld E. V., Ivanov P. A., Rezanov A. I. Methodological aspect of the problem of development of backup energy-saving ventilation systems // Siberian Bulletin of Agricultural Science. – 2025. – Vol. 55. – No. 6 (319). – P. 106-121.
15. Egnatosyan S. M., Egnatosyan N. M., Yeritsyan L. A. Reduction of heat supply in buildings due to artificial lowering of outdoor air temperature by evaporative cooling // Bulletin of MGSU. – 2023. – Vol. 18. – No. 7. – P. 1114-1122.
16. Petrash V. D., Khomenko O. I., Basist D. V., Golubenko A. V. Conditions of energy-efficient heat supply based on transformed heat of soil and air flows // Energetika. Proceedings of CIS Higher Education Institutions and Power Engineering Associations. – 2023. – Vol. 66. – No. 3. – P. 260-272.

Прогноз несущей способности сваи на этапе погружения вдавливанием

Глухов Вячеслав Сергеевич
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Геотехника и дорожное строительство», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, gds@pguas.ru,

Панкина Мария Вячеславовна
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Геотехника и дорожное строительство», Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, pankina.mary@mail.ru,

Вишнякова Юлия Сергеевна
Руководитель проектов, МосТехСтрой, 89273713931@mail.ru

Статья посвящена прогнозированию несущей способности свай, погружаемых методом статического вдавливания в стесненных условиях городской застройки. Представлены результаты натурных экспериментальных исследований, выполненных на строительной площадке с водонасыщенными глинистыми грунтами. Установлена зависимость между контролируемым усилием вдавливания на завершающем этапе погружения и несущей способностью свай, определенной по результатам статических испытаний согласно ГОСТ 5686-2020. Показано, что вследствие фильтрационной консолидации грунта несущая способность свай существенно превышает усилие вдавливания. На основе полученных данных уточнен коэффициент условий работы, что позволило оптимизировать проектную длину свай с достижением экономического эффекта и сокращением сроков устройства свайного поля. Предложены практические рекомендации по назначению контролируемого усилия вдавливания для аналогичных грунтовых условий.

Ключевые слова: сваи, свая вдавливания, погружение вдавливанием, несущая способность, статические испытания, контролируемое усилие, определение, методика.

Устройство фундаментов из свай заводского изготовления в стесненных условиях городской застройки часто обуславливает необходимость ведения работ по устройству свайного поля по технологии вдавливания [1, 2]. Общепринято, что массовому устройству свайного поля должны предшествовать статические испытания опытных свай с обеспечением требований ГОСТ 5686-2020 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями».

Технология вдавливания предполагает применение тяжелых сваевдавливающих установок типа СВУ-220, СВУ-320, ТАЙЗЕР и др. Общий вес установок составляет порядка 120 ÷ 320 т. В большинстве случаев указанные установки используются при погружении опытных свай для статических испытаний. Проведение последних – процесс достаточно длительный, включает «отдых» свай перед испытанием и время условной стабилизации в процессе испытания каждой сваи [3, 4]. Продолжительность «отдыха» согласно ГОСТ 5686-2020 при прорезке сваей глинистых грунтов мягко- и текучепластичной консистенции должна быть не менее 20 суток. С учетом вышеуказанного прогноз несущей способности свай на этапе погружения вдавливанием можно считать весьма актуальной задачей современного фундаментостроения [5, 6].

В рамках решения данной задачи при устройстве фундаментов двух жилых домов в г. Жигулевске Самарской области авторами настоящей статьи проведены опытные работы по исследованию зависимости несущей способности свай F_d от величины усилия вдавливания (контролируемого усилия) $N_к$ на завершающем этапе погружения сваи. Указанные исследования проводились в 2025 году и включали вдавливание 12 составных свай, по шесть свай в пределах пятна застройки каждого дома. Погружались составные сваи общей длиной 15,0 м и сечением 350 × 350 мм. Цель исследования – изучить возможность прогнозирования несущей способности свай непосредственно на этапе погружения последних вдавливанием.

Из опыта авторов статьи известно, что при вдавливании свай в глинистые водонасыщенные грунты несущая способность последних существенно увеличивается по мере «отдыха» сваи по сравнению с контролируемым усилием вдавливания $N_к$ на завершающем этапе погружения [7, 8]. При применении метода вдавливания при устройстве свайного поля в водонасыщенных глинистых грунтах имеет место процесс фильтрационной консолидации. Свободная вода из сжатой околосвайной зоны перемещается в направлении менее сжатой зоны. В сжатой зоне существенно уменьшается влажность грунтового основания, прилегающего к боковой поверхности сваи, и изменяются наряду с влажностью показатель текучести, модуль деформации, удельное сцепление, пористость и другие физико-механические характеристики грунта [9, 10]. Указанная особенность поведения связных грунтов в определенной мере проявляется при компрессионных испытаниях, когда имеет место свободное перемещение воды [11].

Для оценки влияния процесса фильтрационной консолидации на несущую способность свай авторами проведены статические испытания 12 вышеуказанных свай. В процессе испытаний сваи вдавливались в слой мягкопластичного суглинка с числом пластичности I_p = 0,14 ÷ 0,16, показателем текучести I_L = 0,65 и модулем деформации E = 6,0 МПа. Программой статических испытаний предусматривалось погружение опытных своей ступенями, составляющими 1/10 от расчетной несущей способности свай F_d. Последняя определялась расчетом согласно указаниям СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты» и составила F_d = 560,0 кН.

Важным моментом при вдавливании свай считается контроль усилия на завершающем этапе погружения сваи [12, 13, 14]. Согласно СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» указанное контролируемое усилие должно соответствовать условию

$$N_к \geq K_z \frac{F_d}{m}, \quad (1)$$

где K_z – коэффициент надежности, принимаемый равным 1,2;

F_d – несущая способность сваи, определяемая по расчету или статическому зондированию при подготовке проекта;

m – коэффициент условий работы, принимаемый при отсутствии опытных данных, равным 0,9 или коэффициент рекомендуется уточнять по результатам статических испытаний.

При проведении статических испытаний авторы настоящей статьи решали задачу по оптимизации коэффициента m для грунтовых условий конкретной строительной площадки [15]. Статические испытания 12 свай проводились согласно указаниям ГОСТ 5686 – 2020. В ходе испытаний ступени нагрузки принимались равным 56,0 кН. При этом несущая

способность принималась соответствующей ступени нагрузки, предшествующей ступени усилия обуславливающего срыв сваи или осадка Δ = $S_u\xi_p$ = 120 × 0,2 = 24,0 мм.

В таблице 1 приведены обобщенные данные по вдавливанию свай и результаты определения несущей способности последних в ходе статических испытаний свай в пятне застройки соответствующих жилых домов.

Таблица 1

Результаты статических испытаний свай двух объектов

Жилой дом №1 Глубина погружения сваи 12,4 м				Жилой дом №2 Глубина погружения сваи 12,7 м			
№ свай	N_{k1}, кН	По испытаниям		№ свай	N_{k2}, кН	По испытаниям	
		F_d, кН	$N_{р.д.}$, кН			F_d, кН	$N_{р.д.}$, кН
5	570,0	784,0	653,0	15	540,0	718,0	598,7
134	560,0	738,0	615,0	165	490,0	652,0	540,0
155	550,0	746,0	621,7	146	480,0	652,0	543,0
284	480,0	646,0	538,3	296	485,0	608,0	506,0
305	520,0	692,0	576,0	315	530,0	708,0	590,7
434	600,0	682,0	568,0	441	580,0	764,0	636,3

Согласно таблице 1 осредненное значение контролируемого усилия на завершающем этапе вдавливания шести свай на глубине 12,4 м для дома №1 составляет 546,7 кН. Среднее значение несущей способности $\sum F_{d1}/6$ = 714,7 кН и расчетно-допускаемая нагрузка $\sum F_{р.д.,1}/6$ = 595,3 кН.

В соответствии с формулой (1) коэффициент условий работы с учетом результатов опытных испытаний шести свай в пятне застройки дома №1 составит:

$$m_1 = \frac{F_{d1}\ K_z}{N_{к1}} = \frac{714{,}7 \cdot 1{,}2}{546{,}7} = 1{,}57. \quad (2)$$

Следовательно, требуемое контролируемое усилие должно удовлетворять условию (1):

$$N_{к1} = 546{,}7 \text{ кН} > 1{,}2\frac{560{,}0}{1{,}57} = 428{,}0 \text{ кН}, \quad (3)$$

По результатам испытания шести свай указанное условие выполняется:

N_{k1} = 546,7 кН > 428,0 кН с коэффициентом надежности γ_{n1} = 1,28.

Для площадки строительства дома №2 согласно таблице осредненное значение контролируемого усилия $N_{k2}/6$ = 517,5 кН. Среднее значение $\sum F_{d2}/6$ = 683,7 кН и расчетно-допускаемая нагрузка $\sum N_{р.д.2}/6$ = 569,1 кН. Коэффициент условий работы

$$m_2 = \frac{F_d K_z}{N_{k2}} = \frac{683{,}7 \cdot 1{,}2}{517{,}5} = 1{,}58. \quad (4)$$

Следовательно, требуемое контролируемое усилие вдавливания на завершающем этапе погружения сваи удовлетворяет условию:

$$N_{k2} = 517{,}5 = 1{,}2\frac{560{,}0}{1{,}58} = 425{,}3 \text{ кН}. \quad (5)$$

По результатам испытания шести свай в пятне застройки дома №2 указанное условие выполняется:

N_{k2} = 517,5 кН > 425,3 кН с коэффициентом надежности γ_{n1} = 1,22.

По сравнению с коэффициентом условий работы m = 0,9 в формуле (1) коэффициенты γ_{n1} = 1,28 и γ_{n2} = 1,22 свидетельствуют о повышении надежности свай по несущей способности в 1,35 ÷ 1,42 раза. Указанное позволяет сделать вывод о достаточной надежности прогноза несущей способности свай с учетом результатов определения контролируемого усилия на завершающем этапе погружения последних вдавливанием.

В рассматриваемых грунтовых условиях при погружении свай в мягкопластичные водонасыщенные суглинки с показателем текучести I_L = 0,6 ÷ 0,8 и числом пластичности I_p = 0,14 ÷ 0,16, модулем деформации E = 6,0 МПа осредненное значение $N_{k1ср}$ = 549,7 кН в пятне застройки жилого дома №1 превышает требуемое значение N_{k1} = 428,0 кН, определяемое по формуле (1), с запасом 28,5%. Осредненное значение $N_{k2ср}$ = 517,5 кН в пятне застройки дома №2 превышает необходимое значение N_{k2} = 425,3 кН, определяемое по формуле (1), с запасом 21,6%. По результатам исследований составные сваи длиной 15,0 м в проекте заменены на цельные сваи длиной 12,0 м. Экономический эффект от указанной замены составляет порядка 9 800,0 тыс. руб. Наряду с экономическим эффектом устройство свайного поля из цельных свай вместо составных позволяет на 40 ÷ 45% сократить сроки устройства свайного поля.

По результатам настоящего исследования рекомендуется в подобных грунтовых условиях контролируемое усилие на завершающем этапе вдавливания свай принимать по формуле:

$$N_k \geq K_z F_d m \quad (6)$$

где m – коэффициент условий работы принимаемый равным порядка 0,7.

Тогда $N_k \geq 1{,}2 \times 560 \times 0{,}7 = 470$ кН.

Указанное соответствует значениям, приведенным в таблице 1.

Основные результаты

На основе выполненных исследований предложена уточненная методика назначения контролируемого усилия на завершающем этапе погружения свай с рекомендуемыми значениями коэффициента условий работы. Применение разработанных рекомендаций обеспечивает оптимизацию проектной длины свай, сокращение сроков устройства свайного поля и достижение экономического эффекта без снижения надежности фундаментов, а полученные результаты могут быть использованы при проектировании и производстве работ в аналогичных инженерно-геологических условиях.

Литература

1. Устройство свай в стесненных условиях городской застройки / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, Г. Г. Бутенко, Е. Ю. Кравченко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2026. – № 2(103). – С. 106-114. – DOI 10.35211/18154360_2026_2_106.
2. Дружинин, М. С. Анализ влияния погружения заводских железобетонных свай на основания окружающей застройки / М. С. Дружинин // Вестник гражданских инженеров. – 2025. – № 3(110). – С. 84-98. – DOI 10.23968/1999-5571-2025-22-3-84-98.
3. Глухов В.С. Рекомендации по определению несущей способности свай при погружении вдавливанием / В.С. Глухов, Ю.С. Вишнякова // Региональная архитектура и строительство. – 2019. – №3 (40). – С. 107 – 112.
4. Несущая способность свай при погружении вдавливанием / В. С. Глухов, О. В. Хрянина, Ю. Р. Янгуразов, К. О. Волков // Региональная архитектура и строительство. – 2024. – № 3(60). – С. 66-73. – DOI 10.54734/20722958_2024_3_66.
5. Прогноз несущей способности свай в билинейной постановке по результатам испытаний свай / А. Ж. Жусупбеков, В. М. Улицкий, В. М. Полунин, А. Ю. Швалучинский // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 1(96). – С. 46-56. – DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-1-46-56.
6. Evaluation of methods for predicting axial capacity of jacked-in and driven piles in cohesive soils / M. Vukicevic, M. Marjanovic, V. Pujevic, O. Nikola // Gradevinar. – 2018. – №70(8). P. 685-693. - https://doi.org/10.14256/JCE.2175.2017
7. Ющубе, С. В. Анализ значений усилия вдавливания свай, полученных экспериментальным путем, в сравнении с результатами расчетов, выполненных по методикам нормативных документов / С. В. Ющубе, А. А. Тарасов, А. С. Устюгов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 189-198. – DOI 10.31675/1607-1859-2023-25-4-189-198.
8. Полищук, А. И. Экспериментальные исследования усилия вдавливания железобетонных свай заводского изготовления в глинистые грунты / А. И. Полищук, С. С. Нуйкин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2018. – Т. 9, № 4. – С. 58-68. – DOI 10.15593/2224-9826/2018.4.06.
9. Глухов, В. С. Формирование околосвайного грунтового основания / В. С. Глухов, М. В. Панкина, Ю. С. Вишнякова // Региональная архитектура и строительство. – 2023. – № 4(57). – С. 122-126. – DOI 10.54734/20722958_2023_4_122.
10. Pathak, S. Effect of soil stress-dilatancy characteristics on the development of residual stresses and load capacity of jacked pile / S. Pathak, M. Mukherjee // Mechanics of Advanced Materials and Structures. – 2025. – P. 1-21. – DOI 10.1080/15376494.2025.2509848
11. Field test on vertical compressive bearing characteristics and time-dependent effects of jacked piles in layered soil / X. Bai, Z. Qin, N. Yan, J. Liu, Z. Wu, S. Sang, Y. Zhang // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2025. – Vol. 197. – P. 109545. – https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109545.
12. Дистанционная система контроля технологических параметров вдавливания свай / А. Н. Гайдо, А. Г. Погода, Л. М. Колчеданцев, Д. В. Вершинин // Construction and Geotechnics. – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 18-28. – DOI 10.15593/2224-9826/2020.3.02.
13. Axial cyclic performance of a jacked pile in structured clays: a semi-analytical solution approach / P. Zhou, J. Li, G. Liu, P. Li, C. Zhang // Ocean Engineering. – 2023. – Vol. 287, P. 2. – P. 115843, https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115843.
14. Купольная сборно-разборная стальная конструкция для проведения статических испытаний грунтов / М. А. Самохвалов, В. А. Демин, А. А. Ефимов, Ю. В. Наумкина // Строительная механика и конструкции. – 2024. – № 3(42). – С. 98-109. – DOI 10.36622/2219-1038.2024.42.3.009.

15. Глухов, В. С. Сравнение методов определения несущей способности свай в пробитых скважинах с уширением по результатам статических испытаний / В. С. Глухов, П. К. Гаврилов // Construction and Geotechnics. – 2023. – Т. 14, № 1. – С. 5-18. – DOI 10.15593/2224-9826/2023.1.01.

Prediction of bearing capacity of jacked piles during installation

Glukhov V.S., Pankina M.V., Vishniakova Iu.S.
Penza state university of architecture and construction, MosTechStroy

JEL classification: L61, L74, R53

The article addresses the pressing issue of predicting the bearing capacity of piles installed by the static jacking method in confined urban construction conditions. The paper presents the results of full-scale experimental studies carried out at a construction site with water-saturated clayey soils. A relationship has been established between the controlled jacking force at the final stage of pile penetration and the bearing capacity of piles determined from static load tests in accordance with GOST 5686-2020. It is shown that due to filtration consolidation of the soil, the bearing capacity of piles significantly exceeds the jacking force. Based on the obtained data, the coefficient of service conditions has been refined, which made it possible to optimize the design length of piles, achieving economic benefits and reducing the construction time of the pile field. Practical recommendations for determining the controlled jacking force under similar soil conditions are proposed.

Keywords: piles, jacked piles, jacking installation, bearing capacity, static load tests, controlled jacking force, determination, methodology.

References

1. Piles installation in cramped urban conditions / S. G. Abramyan, O. V. Burlachenko, G. G. Butenko, E. Yu. Kravchenko // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. – 2026. – № 2(103). – P. 106-114. – DOI 10.35211/18154360_2026_2_106.
2. Druzhinin M. S. Analysis of the impact of submersion of factory reinforced concrete piles on the foundations ofthe adjacent development / M. S. Druzhinin // Bulletin of Civil Engineers. – 2025. – № 3(110). – P. 84-98. – DOI 10.23968/1999-5571-2025-22-3-84-98.
3. Glukhov, V. S. Recommendations on the determination of the carrying ability of piles diving under pressure / V. S. Glukhov, I. S. Vishnyakova // Regional architecture and construction. – 2019. – №3 (40). – P. 107 – 112.
4. Bearing capacity of piles immersed by indentation / V. S. Glukhov, O. V. Hryanina, Yu. R. Yangurazov, K. O. Volkov // Regional architecture and construction. – 2024. – № 3(60). – P. 66-73. – DOI 10.54734/20722958_2024_3_66.
5. Forecasting of the bearing capacity of piles in a bilinear formulation based on the results of pile tests / A. Z. Zhussupbekov, V. M. Ulitsky, V. M. Polunin, A. Y. Shvaluchinsky // Bulletin of Civil Engineers. – 2023. – № 1(96). – P. 46-56. – DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-1-46-56.
6. Evaluation of methods for predicting axial capacity of jacked-in and driven piles in cohesive soils / M. Vukicevic, M. Marjanovic, V. Pujevic, O. Nikola // Gradevinar. – 2018. – №70(8). P. 685-693. - https://doi.org/10.14256/JCE.2175.2017
7. Comparison of experimental pile penetration force and calculated by regulatory documents / S. V. Yushchube, A. A. Tarasov, A. S. Ustyugov // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2023. – T. 25, № 4. – P. 189-198. – DOI 10.31675/1607-1859-2023-25-4-189-198.
8. Polyschyk, A. I. Experimental research of effort indentation of prefabricated reinforced concrete piles in clay soils / A. I. Polyschyk A.I., Nuikin S. S. // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture. – 2018. – T. 9, № 4. – P. 58-68. – DOI 10.15593/2224-9826/2018.4.06
9. Glukhov, V. S. Formation of a soil zone near a pile / V. S. Glukhov, M. V. Pankina, I. S. Vishniakova // Regional architecture and construction. – 2023. – № 4(57). – P. 122-126. – DOI 10.54734/20722958_2023_4_122.
10. Pathak, S. Effect of soil stress-dilatancy characteristics on the development of residual stresses and load capacity of jacked pile / S. Pathak, M. Mukherjee // Mechanics of Advanced Materials and Structures. – 2025. – P. 1-21. – DOI 10.1080/15376494.2025.2509848
11. Field test on vertical compressive bearing characteristics and time-dependent effects of jacked piles in layered soil / X. Bai, Z. Qin, N. Yan, J. Liu, Z. Wu, S. Sang, Y. Zhang // Soil Dynamics and Earthquake Engineering. – 2025. – Vol. 197. – P. 109545. – https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109545
12. Remote control system for technological parameters of pressed piles / A. N. Gaido, A. G. Pogoda, L. M. Kolchedantsev, D. V. Vershinin // Construction and Geotechnics. – 2020. – T. 11, № 3. – P. 18-28. – DOI 10.15593/2224-9826/2020.3.02.
13. Axial cyclic performance of a jacked pile in structured clays: a semi-analytical solution approach / P. Zhou, J. Li, G. Liu, P. Li, C. Zhang // Ocean Engineering. – 2023. – Vol. 287, P. 2. – P. 115843, https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115843.
14. Mobile unit for static testing of soils with piles and stamps / M. A. Samokhvalov, V. A. Demin, A. A. Efimov, Y. V. Naumkina // Construction mechanics and structures. – 2024. – № 3(42). – P. 98-109. – DOI 10.36622/2219-1038.2024.42.3.009.
15. Glukhov, V.S. Comparison of methods for determination the bearing capacity of piles in punched holes with broadening using the results of static load tests / V. S. Glukhov, P. K. Gavrilov // Construction and Geotechnics. – 2023. – T. 14, № 1. – P. 5-18. – DOI 10.15593/2224-9826/2023.1.01.

Алгоритм контроля и корректировки пространственного положения опускного колодца при устройстве подземных сооружений

Гулякина Вера Валерьевна
аспирант, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, veragulakina1925@gmail.com

Предмет статьи – алгоритм контроля и корректировки пространственного положения опускного колодца при устройстве подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. Актуальность темы определяется ростом глубины и плотности подземного строительства, при котором крен колодца приводит к перераспределению контактных напряжений, нарушению проектного положения сооружения и повышению риска технологических остановок. Научная новизна связана с представлением погружения как управляемого итерационного процесса, где данные геодезического контроля, геотехнического мониторинга, расчётной оценки сопротивления грунта и технологических параметров разработки объединяются в единую схему принятия решений. Цель статьи состоит в разработке аналитически обоснованного алгоритма оперативного управления креном опускного колодца. Использованы анализ научных публикаций, сравнительный анализ, классификация причин отклонения, логико-аналитическое моделирование и расчётное формализование. Изучены работы по технологии опускных колодцев, геотехническому мониторингу, численному моделированию, дренажу и механической безопасности подземных сооружений. Практическая полезность результатов выражается в возможности построения рабочей карты контроля, выбора корректирующих воздействий и снижения вероятности накопления недопустимого крена.

Ключевые слова: опускной колодец, крен, пространственное положение, геотехнический мониторинг, погружение, грунтовое сопротивление.

Опускной колодец сохраняет значение при строительстве подземных сооружений в плотной городской застройке, на участках с ограниченной площадкой производства работ и при значительной глубине заложения. Технологическая схема основана на последовательном извлечении грунта из внутреннего объёма оболочки и постепенном погружении конструкции под действием собственного веса, дополнительных пригрузов либо задавливающих усилий. Нарушение равномерности осадки по периметру приводит к крену, горизонтальному смещению оси, локальному росту контактных напряжений под ножевой частью и осложнению дальнейшего погружения.

Наиболее сложная задача связана с переходом от фиксации отклонения к оперативному управлению. Обычная геодезическая съёмка показывает факт потери проектного положения, но сама по себе не раскрывает причину крена. Для принятия инженерного решения требуется связать измеренные перемещения с распределением сопротивления грунта, схемой разработки забоя, изменением водонасыщения, боковым трением и технологическими ограничениями оборудования. Поэтому контроль пространственного положения опускного колодца рационально строить как замкнутый цикл: измерение – расчётная интерпретация – выбор воздействия – проверка результата.

Цель исследования состоит в аналитическом обосновании алгоритма контроля и корректировки пространственного положения опускного колодца в процессе погружения.

Для достижения цели решаются три задачи: систематизировать факторы, влияющие на крен и смещение оси опускного колодца; формализовать расчётно-диагностическую схему контроля пространственного положения; предложить порядок выбора корректирующих воздействий при выявлении тенденции к накоплению крена.

Материальную основу статьи составили публикации последних лет по технологии опускных колодцев, геотехническому мониторингу и расчётному сопровождению подземного строительства. Д.В. Барменков и Н.С. Соколов [1] рассмотрели технологию устройства подземных гаражей методом опускного колодца, выделив этапность работ, требования к разработке грунта и контроль осадок; в другой работе Д.В. Барменков и Н.С. Соколов [2] раскрыли проектные преимущества и ограничения применения опускных колодцев в городской среде. В.В. Верстов, А.Н. Гайдо, Р.В. Лесовик и Т.Н. Ильина [3] обосновали параметры извлечения грунта ленточными конвейерами в стеснённых условиях, что имеет значение для регулирования темпа разработки забоя. Е.М. Волохов, В.К. Кожухарова, С.Н. Зеленцов, Д.З. Мукминова и А.А. Исаев [4] показали возможности численного моделирования взаимодействия основания, фундамента и подземной выработки при сопоставлении расчёта с геодезическими наблюдениями; Е.М. Волохов и Д.З. Мукминова [5] исследовали прогноз деформаций при строительстве тоннелей с применением расчётной схемы, уточнённой по данным наблюдений. В.В. Казанцева, Д.С. Ожигин, Н.С. Косарев, А.К. Сатбергенова и С.Б. Ожигина [6] предложили комплексную систему геотехнического мониторинга на основе геопространственных данных. А.И. Осокин, С.В. Татаринов, А.Б. Серебрякова, Г.В. Левинтов и О.О. Денисова [7] связали мониторинг подземного строительства в слабых грунтах с критериями технологического риска. Н.А. Перминов [8] выполнил геотехническое моделирование взаимодействия крупногабаритного опускного колодца с неоднородной грунтовой средой при погружении. В другой работе Н.А. Перминов [9] рассмотрел вопросы механической безопасности подземных водонесущих сооружений при внешних воздействиях. В.В. Пчелкин, К.С. Семенова и С.О. Владимиров [10] разработали расчётные положения для дренажа автомобильных тоннелей, что позволяет учитывать влияние водопритока и водонасыщения на условия ведения подземных работ.

Методическую основу составили анализ научных публикаций, сравнительный анализ технологических решений, обобщение расчётных подходов, классификация причин отклонения опускного колодца, логико-аналитическое моделирование и синтез алгоритма управления. Эти методы использованы для перехода от разрозненных положений о мониторинге, разработке грунта и расчётной оценке деформаций к единой схеме оперативного контроля крена.

Пространственное положение опускного колодца целесообразно описывать через набор параметров, которые фиксируют геометрию оболочки, глубину погружения и динамику отклонения от проектной оси. В

технологических работах по строительству подземных гаражей методом опускного колодца говорится, что метод опускного колодца обеспечивает возможность выполнения работ в стеснённых условиях, минимизирует объемы открытых земляных работ и позволяет контролировать деформации окружающей застройки. Технология основана на последовательном заглублении готовой конструкции под собственным весом с одновременной разработкой грунта внутри неё, что обеспечивает высокую точность проектного положения сооружения и устойчивость стенок в процессе погружения [1]. При проектировании таких сооружений внимание уделяется сочетанию геометрии колодца, глубины заложения, свойств грунтов и ограничений городской территории. При извлечении грунтов в геологических разрезах с неоднородным напластованием грунтов при их извлечении наблюдают эффект проскальзывания извлекаемых грунтов по ленте конвейров, что приводит к снижению производительности работ, а в некоторых случаях и обвалу грунтов с $i_{y,k}$ ленты [2]. Эти положения задают исходную рамку для алгоритма: управлять требуется всей траекторией погружения оболочки.

Состояние колодца на k-м шаге погружения задаётся вектором (1):

$$S_k = \{X_k,\ Y_k,\ H_k,\ i_{x,k},\ i_{y,k},\ i_k,\ \varphi_k,\ e_k,\ v_{H,k}\} \quad (1)$$

где X_k, Y_k – координаты центра верхнего контрольного контура; H_k – фактическая глубина погружения; $i_{x,k,}$ – составляющие крена по двум взаимно перпендикулярным осям; i_k – полный крен; φ_k – направление максимального наклона; e_k – горизонтальное смещение оси; $v_{H,k}$ – скорость погружения за расчётный интервал. При наличии n контрольных точек на верхнем контуре координаты центра определяются как (2; 3):

$$X_k = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_{j,k}, \quad (2)$$

$$Y_k = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} y_{j,k} \quad (3),$$

а смещение относительно проектной оси записывается в форме (4):

$$e_k = \sqrt{(X_k - X_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2} \quad (4).$$

Для круглого колодца диаметром D предварительная оценка крена через перепад отметок противоположных точек имеет вид (5–7):

$$i_x = \frac{z_{+x} - z_{-x}}{D}, \quad (5)$$

$$i_y = \frac{z_{+y} - z_{-y}}{D}, \quad (6)$$

$$i = \sqrt{i_x^2 + i_y^2}. \quad (7)$$

В миллиметрах на метр величина крена выражается как $i_{mm/m} = 1000i$. Если D = 30 м и $i = 3$ мм/м, расчётный перепад отметок противоположных точек составляет $3 \cdot 30 = 90$ мм. При D = 60 м тот же крен соответствует перепаду 180 мм. Поэтому для крупногабаритных колодцев малое угловое отклонение быстро переходит в заметную геометрическую ошибку на контуре.

Более устойчивый вариант обработки данных основан на аппроксимации отметок контрольных точек плоскостью:

$$z_j = ax_j + by_j + c + \varepsilon_j, \quad (8)$$

где a и b – уклоны плоскости, c – свободный член, ε_j – остаточная погрешность измерения. Тогда (9; 10)

$$i = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (9)$$

$$\varphi = \operatorname{atan2}(b, a), \quad (10)$$

Способ удобен при большом числе марок, неравномерном доступе к части контура и наличии локальных погрешностей съёмки. Работы по комплексному геотехническому мониторингу показывают, что совмещение методов дистанционного зондирования Земли, спутниковой радарной интерферометрии, аэрофотосъемки с использованием беспилотных воздушных судов, а также классических геодезических инструментальных методов контроля – электронной тахеометрической съемки с использованием высокоточного геодезического оборудования и ГНСС-измерений обеспечивает возможность не только локального выявления изменений исследуемой поверхности объектов, но и определения причин и механизма сдвижения горного массива [6]. Опыт мониторинга подземного строительства в слабых грунтах подтверждает связь инструментальных наблюдений с критериями технологического риска, особенно при развитии деформаций в основаниях и ограждающих конструкциях [7]. Для опускного колодца это означает, что отметки контрольного контура следует анализировать совместно с осадками близлежащих сооружений, уровнем подземных вод и параметрами разработки грунта.

Расчётная интерпретация крена требует учёта силового равновесия оболочки. В простейшей форме условие погружения записывается как (11):

$$F_z = G + Q_d - R_b - R_s > 0, \quad (11)$$

где G – собственный вес колодца; Q_d – дополнительное задавливающее усилие или пригруз; R_b – сопротивление грунта под ножевой частью; R_s – боковое сопротивление по наружной поверхности. Боковое сопротивление по слоям допускает дискретную запись (12):

$$R_s = \sum_{m=1}^{p} u_m \Delta h_m \left(K_m \sigma' v, m \tan \delta_m + ca, m\right), \quad (12)$$

где u_m – периметр контакта на участке слоя; Δh_m – высота контакта; K_m – коэффициент бокового давления; $\sigma' v, m$ – эффективное вертикальное напряжение; δ_m – угол трения по контакту «грунт – оболочка»; ca, m – адгезионная составляющая. При неоднородном основании значения R_b и R_s распределяются по периметру неравномерно, поэтому равнодействующая сопротивлений смещается относительно центра тяжести. Н.А. Перминов показал, что взаимодействие крупногабаритного опускного колодца с неоднородной грунтовой средой при погружении носит нестационарный характер и требует учёта изменения напряжённо-деформированного состояния системы «колодец – грунт» [8].

Крен формируется при возникновении момента от несоосности веса, сопротивления грунта и технологического воздействия. Если принять малые углы наклона, эксцентриситет от крена приближённо оценивается как (12):

$$e_i \approx Hi, \quad (12)$$

где H – текущая глубина погружения. Момент, связанный с собственным весом, равен (13):

$$M_G = Ge_i. \quad (13)$$

Корректирующее воздействие должно уменьшать этот момент либо создавать встречный момент (14):

$$M_{cor} \geq M_G + M_R, \quad (14)$$

где M_R – момент от неравномерного сопротивления грунта. Вопрос механической безопасности подземных сооружений при внешних воздействиях связан с контролем напряжённо-деформированного состояния и сохранением работоспособности конструкции. Так, по уровню напряженно-деформированного состояния локальных зон сопряжений и границам распространения по сооружению и вмещающему массиву грунта превышений предельно допустимых значений выделяются проектные сценарии и ситуации, отвечающие в одном случае нарушению конструктивной безопасности сооружения в целом, в другом – конструкционной безопасности части конструкции (узла) сооружения [9]. Для опускного колодца данный вывод переносится на стадию погружения: корректировка крена не должна создавать локальные перегрузки ножевой части и стен.

Причины отклонения пространственного положения рационально разделить на три группы. Первая группа связана с технологической асимметрией разработки: грунт извлекается неравномерно, одна часть ножевой зоны теряет опору быстрее другой. Вторая группа обусловлена инженерно-геологической неоднородностью: плотные включения, линзы слабых грунтов, изменение влажности и бокового трения создают различную скорость осадки по периметру. Третья группа определяется гидрогеологическим режимом: изменение порового давления влияет на эффективные напряжения по формуле (15):

$$\sigma' = \sigma - u_w, \quad (15)$$

где σ' – эффективное напряжение, σ – полное напряжение, u_w – поровое давление. Расчёт дренажа тоннелей, предложенный В.В. Пчелкиным, К.С. Семеновой и С.О. Владимировым, показывает, что водоприток и организация водоотведения требуют отдельного расчётного сопровождения при подземном строительстве [10]. В схеме управления креном этот блок отвечает за оценку изменения сопротивления грунта после водопонижения либо локального переувлажнения.

Секторная разработка грунта служит основным технологическим каналом корректировки. Поперечное сечение колодца делится на m секторов, например на 8 или 12 рабочих зон. Для каждого сектора вводится управляющий параметр a_j, где $a_j = 0$ соответствует отсутствию дополнительной разработки, а $a_j = 1$ – максимально разрешённой интенсивности работ в данном секторе. Прогноз изменения крена на ближайший цикл погружения записывается как (16):

$$B_k$$
$$a_1\}$$
$$a_2\}$$
$$\ldots\}$$

a_m
$[\backslash\mathrm{end?}]bmatrix$, (16)

где B_k – матрица влияния секторных воздействий, уточняемая по результатам предыдущих циклов. Управляющий вектор определяется из условия (17):

$$a^* = \arg\min\left(|i_k - B_k a|^2 + \lambda\,|a|^2\right), \quad (17)$$

при ограничениях $0 \le a_j \le 1$. Коэффициент λ снижает риск чрезмерной коррекции, когда попытка быстро устранить крен способна вызвать обратный наклон. Практический смысл формулы состоит в выборе таких секторов разработки, которые уменьшают текущий крен без резкого нарушения равновесия оболочки.

При развитии крена корректирующее воздействие направляется в зону с меньшей фактической осадкой. На этой стороне увеличивается разработка грунта под ножевой частью, уменьшается боковое сопротивление либо вводится дополнительное вертикальное усилие. На стороне с большей осадкой интенсивность извлечения грунта ограничивается. Если применяются домкратные группы или задавливающие устройства, распределение усилий описывается системой (18–20):

$$\sum_{j=1}^{m} P_j = P_\Sigma, \quad (18)$$

$$\sum_{j=1}^{m} P_j x_j = M_y, \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^{m} P_j y_j = M_x, \quad (20)$$

где P_j – усилие j-й группы; P_Σ – суммарное задавливающее усилие; x_j, y_j – координаты точки приложения; M_x, M_y – требуемые корректирующие моменты. Для балластной коррекции величина дополнительного пригруза в первом приближении равна (21):

$$\Delta G = \frac{M_{cor}}{l_b}, \quad (21)$$

где l_b – плечо пригруза относительно оси колодца. Эта формула задаёт минимальный расчётный уровень воздействия, после чего проектировщик проверяет несущую способность стен, ножевой части и монтажных элементов.

Технология извлечения грунта влияет на точность управления. В.В. Верстов, А.Н. Гайдо, Р.В. Лесовик и Т.Н. Ильина исследовали параметры работы ленточных конвейеров при удалении грунта из стеснённого пространства [3]. Для алгоритма контроля полезен показатель производительности (22):

$$Q_t = 3{,}6 q_l v_l, \quad (22)$$

где Q_t – производительность, т/ч; q_l – погонная масса грунта на ленте, кг/м; v_l – скорость ленты, м/с. Если грунт извлекается из разных секторов с разной интенсивностью, то фактическая масса удалённого грунта за интервал Δt определяется как (23):

$$\Delta M_j = Q_{t,j}\Delta t. \quad (23)$$

Связь ΔM_j с изменением крена через матрицу B_k позволяет перейти от описательной схемы «разрабатывать больше с нужной стороны» к измеряемому управлению объёмами и темпом работ.

Расчётное сопровождение погружения требует постоянного уточнения модели. Е.М. Волохов и соавторы при оценке взаимодействия фундамента и основания использовали численное моделирование с сопоставлением результатов с геодезическими измерениями [4]. В работе Е.М. Волохова и Д.З. Мукминовой расчёт деформаций при строительстве тоннеля сверялся с данными наблюдений, что подтверждает ценность связки «модель – мониторинг» при подземных работах [5]. Для опускного колодца аналогичная логика выражается в обновлении коэффициентов влияния после каждого цикла:

$$B_{k+1} = B_k + \Delta B_k, \quad (24)$$

где ΔB_k определяется по разности между расчётным и фактическим изменением крена. Если прогноз дал снижение i на 1,0 мм/м, а фактическое снижение составило 0,4 мм/м, корректирующая способность выбранного воздействия завышена в 2,5 раза. На следующем шаге интенсивность разработки или величина пригруза пересчитывается.

Алгоритм контроля пространственного положения включает семь последовательно связанных операций.

Первая операция – создание исходной геометрической модели. До начала погружения закрепляются проектные координаты оси, марки на верхнем контуре, отметки реперов вне зоны влияния котлована, схема секторного деления забоя и допустимые пороги i_{dop}, e_{dop}, $\Delta i_{dop}/\Delta H$. Эти пороги назначаются проектом с учётом диаметра колодца, глубины, категории грунтов, требований к сопряжению с будущими подземными конструкциями и условий рядом расположенной застройки.

Вторая операция – регулярное измерение состояния. После каждого технологического цикла фиксируются отметки контрольных точек, координаты центра, глубина погружения, объём удалённого грунта по секторам, усилия задавливания или масса пригруза, уровень подземных вод и замечания по фактическому ходу работ. При интенсивном погружении шаг контроля целесообразно задавать по глубине, например после каждого интервала $\Delta H = 0{,}25) – (0{,}50)$ м. Подход согласуется с мониторинговой логикой, где наблюдение привязывается к изменению состояния сооружения [6], [7].

Третья операция – вычисление параметров отклонения. По результатам измерений определяются i_x, i_y, i, φ, e, скорость погружения $v_H = \Delta H/\Delta t$, приращение крена $\Delta i = i_k - i_{k-1}$ и показатель чувствительности (25):

$$\eta_k = \frac{\Delta i_k}{\Delta H_k}. \quad (25)$$

Если i остаётся ниже проектного порога, но η_k растёт, алгоритм фиксирует ранний признак неблагоприятной тенденции. Это даёт возможность ввести малое корректирующее воздействие до перехода крена в аварийную или предельную зону.

Четвёртая операция – диагностика причины отклонения. Вектор крена сопоставляется с картой разработки грунта, инженерно-геологическим разрезом, показателями водопритока и распределением сопротивления. Если направление крена совпадает с зоной интенсивной разработки, первичной причиной принимается технологическая асимметрия. Если оно повторяется при равномерной разработке, вероятна грунтовая неоднородность. Если рост крена сопровождается изменением уровня воды или снижением устойчивости забоя, в расчёт вводится гидрогеологический фактор. Работы по моделированию опускного колодца в неоднородной среде и по механической безопасности подземных сооружений подтверждают значение такой многопараметрической диагностики [8], [9].

Пятая операция – выбор корректирующего воздействия. При технологической асимметрии изменяется схема секторной разработки: на стороне меньшей осадки увеличивается объём извлечения грунта, на стороне большей осадки вводится ограничение. При повышенном боковом сопротивлении корректируется режим контакта оболочки с грунтом. При дефиците вертикального усилия рассчитывается пригруз или перераспределение домкратных усилий. При выраженном влиянии водонасыщения проверяется схема водоотведения и фильтрационного притока, поскольку изменение порового давления способно изменить сопротивление ножевой части и боковой поверхности [10].

Шестая операция – выполнение корректирующего цикла. Воздействие вводится ступенчато. После малого изменения режима разработки или усилий выполняется контрольное измерение. Если $i_{k+1} < i_k$, воздействие сохраняется либо плавно уменьшается. Если крен не снижается, матрица влияния B_k корректируется, причина отклонения пересматривается. Этот порядок снижает вероятность перерегулирования, когда слишком резкая коррекция меняет направление наклона и создаёт новую проблему.

Седьмая операция – документирование и обновление рабочей карты. Для каждого цикла фиксируются исходный крен, выбранное воздействие, расчётное изменение, фактический результат, уточнённые коэффициенты влияния и решение на следующий цикл. Рабочая карта принимает форму таблицы: номер цикла, глубина, i_x, i_y, i, φ, e, секторы разработки, объём извлечённого грунта, усилия, водоприток, результат коррекции. Накопленная таблица служит основой для уточнения технологического режима на конкретной площадке.

Режим контроля удобно задавать через три зоны. Нормальная зона соответствует условию $i \le i_{dop}$ и $\eta \le \eta_{dop}$. В зоне предупреждения выполняется одно из условий: $i > i_{dop}$, $\eta > \eta_{dop}$, рост смещения оси при стабильной глубине. В зоне принудительной коррекции фиксируется превышение предельного уровня, заданного проектом, либо одновременный рост крена и смещения. Привязка зон к проектным значениям исключает применение универсального допуска без учёта диаметра, глубины и грунтовых условий. Например, при одинаковом крене 3 мм/м колодец диаметром 20 м даст перепад отметок 60 мм, а колодец диаметром 60 м – 180 мм; следовательно, оценка опасности зависит от масштаба сооружения.

Итоговая структура алгоритма строится по принципу обратной связи. Измерение формирует вектор состояния S_k. Расчётная диагностика опреде-

ляет вероятную причину отклонения. Модуль выбора воздействия задаёт сектор разработки, пригруз, усилие задавливания или дренажную корректировку. После выполнения цикла новая съёмка проверяет результат. Если снижение крена подтверждено, алгоритм переходит к следующему шагу погружения; если тенденция сохраняется, расчётная схема уточняется. Порядок согласует технологию погружения с фактическим поведением системы «опускной колодец – грунтовая среда – подземные воды – оборудование».

Предложенная схема соединяет три инженерные линии, которые в практике подземного строительства часто рассматриваются отдельно. Первая линия относится к технологии разработки грунта внутри колодца. Вторая связана с расчётной оценкой взаимодействия оболочки и основания. Третья опирается на инструментальный мониторинг. Их объединение позволяет трактовать крен как результат измеряемого нарушения равновесия.

Технологический подход даёт быстрый канал воздействия на положение колодца, поскольку оператор способен изменить сектор разработки, темп извлечения грунта, пригруз либо усилия задавливания. Его ограничение состоит в зависимости от квалификации персонала, доступности оборудования и точности регистрации фактического объёма удалённого грунта. При слабой фиксации производственных параметров алгоритм теряет расчётную основу: последующее изменение крена трудно связать с конкретным действием.

Геотехническое моделирование усиливает диагностическую часть алгоритма. Оно помогает отличить влияние грунтовой неоднородности от ошибки в технологии разработки. При этом расчётная модель требует обновления по данным наблюдений. Без такой проверки расчёт способен сохранить внешнюю точность, но ошибиться в оценке бокового трения, сопротивления ножевой части или эффекта водонасыщения. Наиболее надёжная схема возникает при регулярном сопоставлении прогноза и фактического поведения колодца.

Мониторинг выполняет функцию измерительной основы управления. Геодезические отметки верхнего контура дают информацию о крене, но не раскрывают полной картины взаимодействия с грунтом. Поэтому требуется связка с осадками прилегающей территории, уровнем подземных вод, данными о водопритоке, сведениями о режимах разработки и усилиях оборудования. Чем крупнее диаметр колодца и сложнее грунтовые условия, тем меньше достаточность единичного показателя крена.

Существенное ограничение предложенного алгоритма связано с назначением допустимых порогов. Универсальное значение крена для всех опускных колодцев инженерно некорректно. Одинаковый наклон при малом и крупном диаметре даёт разный перепад отметок по контуру и разный изгибающий эффект в конструкции. Поэтому пороги требуется задавать в проекте через сочетание углового отклонения, горизонтального смещения оси, скорости изменения крена и допустимого воздействия на соседние сооружения.

Отдельная проблема связана с запаздыванием реакции грунтовой среды. После изменения схемы разработки или водопонижения положение колодца не всегда меняется сразу. Боковое трение, локальное уплотнение грунта и перераспределение воды создают инерционность процесса. По этой причине ступенчатая коррекция предпочтительнее резкого воздействия. Она оставляет возможность остановить действие до появления обратного крена.

Исследовательская лакуна сохраняется в части количественного определения матрицы влияния секторных воздействий. Для каждого объекта эта матрица зависит от геометрии колодца, свойств грунтов, глубины погружения, режима извлечения грунта и водонасыщения. Аналитическая формула задаёт структуру расчёта, но коэффициенты требуют уточнения по данным конкретной площадки. Перспективным направлением выступает накопление типовых наборов коэффициентов для сходных инженерно-геологических условий и диаметров колодцев.

Практическая ценность алгоритма проявляется в переводе контроля из режима фиксации нарушения в режим раннего управления. Наиболее значимым становится изменение показателя $\eta = \Delta i / \Delta H$. Если крен растёт быстрее, чем допускает рабочая карта, корректирующее воздействие вводится до достижения предельного состояния. Подход снижает вероятность технологической остановки, хотя не устраняет потребность в инженерной проверке каждого решения.

Литература

1. Барменков Д. В., Соколов Н. С. Метод опускного колодца в строительстве подземных гаражей: технология, этапы и особенности применения // Вестник науки. – 2025. – Т. 4, № 11 (92). – С. 970–976.
2. Барменков Д. В., Соколов Н. С. Проектирование подземных гаражей с использованием опускных колодцев: преимущества, ограничения и примеры реализации // Вестник науки. – 2025. – Т. 4, № 11 (92). – С. 977–982.
3. Верстов В. В., Гайдо А. Н., Лесовик Р. В., Ильина Т. Н. Обоснование эффективных технологических параметров способа извлечения грунта ленточными конвейерами в стесненных условиях // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 6. – С. 70.
4. Волохов Е. М., Кожухарова В. К., Зеленцов С. Н., Мукминова Д. З., Исаев А. А. Оценка эффектов взаимодействия фундамента и основания методами численного моделирования для условий подработки здания Мариинского театра в Санкт-Петербурге // Записки Горного института. – 2025. – Т. 276, вып. 1. – С. 16–29. – EDN: SCXHFA.
5. Волохов Е. М., Мукминова Д. З. Оценка деформаций при строительстве эскалаторных тоннелей метрополитена способом искусственного замораживания грунтов для стадии формирования ледопородного ограждения // Записки Горного института. – 2021. – Т. 252. – С. 826–839.
6. Казанцева В. В., Ожигин Д. С., Косарев Н. С., Сатбергенова А. К., Ожигина С. Б. Разработка комплексной системы геотехнического мониторинга техногенных объектов на основе геопространственных данных // Записки Горного института. – 2025. – Т. 276, вып. 1. – С. 142–156.
7. Осокин А. И., Татаринов С. В., Серебрякова А. Б., Левинтов Г. В., Денисова О. О. Опыт геотехнического мониторинга на объектах подземного строительства в слабых грунтах: особенности и определение критериев технологического риска // Геотехника. – 2023. – Т. XV, № 4. – С. 60–78.
8. Перминов Н. А. Геотехническое моделирование взаимодействия крупногабаритного опускного колодца с неоднородной грунтовой средой при погружении // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17, вып. 2. – С. 188–204. – DOI: 10.22227/1997-0935.2022.2.188-204.
9. Перминов Н. А. Механическая безопасность подземных линейных и точечных водонесущих сооружений при внешних воздействиях // Construction and Geotechnics. – 2024. – Vol. 15, № 4. – P. 46–58.
10. Пчелкин В. В., Семенова К. С., Владимиров С. О. Конструкция, способ строительства и метод расчета дренажа автомобильных тоннелей // Вестник инженерной школы ДВФУ. – 2024. – № 3 (60). – С. 82–95.

Algorithm for control and adjustment of the spatial position of a cess well when constructing underground structures

Gulyakina V.V.
M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

JEL classification: L61, L74, R53

The article presents an algorithm for monitoring and adjusting the spatial position of a caisson shaft during the construction of underground structures in complex engineering and geological conditions. The relevance of this topic is determined by the increasing depth and density of underground construction, during which the inclination of the shaft leads to the redistribution of contact stresses, disruption of the design position of the structure, and an increased risk of process shutdowns. The scientific novelty lies in representing caisson immersion as a controlled iterative process, where data from geodetic control, geotechnical monitoring, calculated assessment of soil resistance, and technological development parameters are combined into a single decision-making framework. The objective of the article is to develop an analytically sound algorithm for the operational control of caisson shaft inclination. The article utilizes an analysis of scientific publications, a comparative analysis, a classification of deviation causes, logical-analytical modeling, and computational formalization. Works on caisson technology, geotechnical monitoring, numerical modeling, drainage, and mechanical safety of underground structures are reviewed. The practical utility of the results lies in the ability to construct a working control map, select corrective actions, and reduce the likelihood of unacceptable tilt accumulation.

Keywords: caisson, tilt, spatial position, geotechnical monitoring, submersion, soil resistance.

References

1. Barmenkov D. V., Sokolov N. S. The caisson method in the construction of underground garages: technology, stages, and application features // Vestnik nauki. - 2025. - Vol. 4, No. 11 (92). - P. 970-976.
2. Barmenkov D. V., Sokolov N. S. Design of underground garages using caisson shafts: advantages, limitations, and implementation examples // Vestnik nauki. - 2025. - Vol. 4, No. 11 (92). - P. 977-982.
3. Verstov V. V., Gaido A. N., Lesovik R. V., Ilyina T. N. Justification of effective technological parameters of the method of soil extraction by belt conveyors in confined spaces // Vestnik of Eurasian science. – 2023. – Vol. 15, No. 6. – P. 70.
4. Volokhov E. M., Kozhukharova V. K., Zelentsov S. N., Mukminova D. Z., Isaev A. A. Evaluation of the effects of interaction between the foundation and the base using numerical modeling methods for the undermining conditions of the Mariinsky Theatre building in St. Petersburg // Zapiski Mining Institute. – 2025. – Vol. 276, issue 1. – P. 16–29.
5. Volokhov E. M., Mukminova D. Z. Evaluation of deformations during the construction of metro escalator tunnels using artificial soil freezing for the ice wall formation stage // Zapiski Mining Institute. – 2021. – Vol. 252. – P. 826–839.
6. Kazantseva V. V., Ozhigin D. S., Kosarev N. S., Satbergenova A. K., Ozhigina S. B. Development of an integrated system for geotechnical monitoring of man-made objects based on geospatial data // Zapiski Gornogo Instituta. – 2025. – Vol. 276, issue. – pp. 142–156.
7. Osokin A. I., Tatarinov S. V., Serebryakova A. B., Levintov G. V., Denisova O. O. Experience of geotechnical monitoring at underground construction sites in soft soils: features and determination of technological risk criteria // Geotechnics. – 2023. – Vol. XV, No. 4. – pp. 60–78. – DOI: 10.25296/2221-5514-2023-15-4-60-78.
8. Perminov N. A. Geotechnical Modeling of the Interaction of a Large-Sized Camber with a Heterogeneous Soil Environment during Immersion // Vestnik MGSU. – 2022. – Vol. 17, Issue 2. – Pp. 188–204. – DOI: 10.22227/1997-0935.2022.2.188-204.
9. Perminov N. A. Mechanical Safety of Underground Linear and Point Water-Bearing Structures under External Impacts // Construction and Geotechnics. – 2024. – Vol. 15, No. 4. – Pp. 46–58. – DOI: 10.15593/2224-9826/2024.4.05.

Совершенствование технологий устройства земляного полотна на слабых и пучинистых грунтах в условиях средней полосы России

Гусев Салман Мукимович
аспирант, кафедра Транспортное строительство, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.

Строительство новых автомобильных дорог в средней полосе России, реализуемое в соответствии с проектом «Инфраструктура для жизни», неразрывно связано с необходимостью эффективного противодействия негативному влиянию слабого и подверженного морозному набуханию грунта. Недостаточная прочность таких оснований в сочетании с их высокой чувствительностью к циклическому замерзанию и оттаиванию воды вызывает недопустимые деформации дорожного покрытия, существенно снижает несущую способность конструкции и уменьшает межремонтные сроки службы дорожных объектов. В этих условиях традиционные подходы к устройству земляного полотна (без дополнительного армирования, дренирования или теплоизоляции) зачастую оказываются недостаточно надежными или экономически неоправданными, особенно при высоком уровне грунтовых вод и глубоком сезонном промерзании.

В статье автором представлено всестороннее изучение, систематизация и обобщение существующих инженерно-технических методов для увеличения долговечности, устойчивости и несущей способности земляного полотна при строительстве на сложных грунтах средней полосы России. Исследование основано на анализе реальных примеров реализации проектов в Центральном регионе, данных полевых наблюдений и результатах численных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций. Особое внимание уделяется комбинированным технологиям: частичной замене пучинистого грунта непучинистым, устройству дренирующих и теплоизолирующих прослоек (в том числе с использованием пенополистирольных плит), а также многослойному армированию геосинтетическими материалами. Данные решения позволяют минимизировать морозное пучение, неравномерные осадки слабого основания и обеспечить нормативные требования к ровности и прочности дорожной одежды в сложных инженерно-геологических условиях средней полосы России.

Ключевые слова: Земляное полотно, слабые грунты, пучинистые грунты, морозное пучение, геосинтетические материалы, армогрунтовая геоплатформа, дорожная одежда, осадка, устойчивость откосов, национальный проект «Инфраструктура для жизни».

Введение

Строительство, реконструкция и поддержание в нормативном состоянии автомобильных дорог являются критически важными факторами для экономического и социального развития Российской Федерации. В рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни» только в 2025 году запланировано строительство, реконструкция и ремонт свыше 26 тыс. км дорожной сети. Значительная часть этих работ приходится на регионы средней полосы России, где широко распространены слабые (заболоченные, переувлажненные) и пучинистые грунты, создающие исключительные сложности для дорожников.

Низкая несущая способность слабых грунтов приводит к длительным и неравномерным осадкам насыпей, а процессы морозного пучения в зимний период вызывают деформации покрытия, что в совокупности снижает безопасность движения, увеличивает эксплуатационные затраты и приводит к преждевременному разрушению дорожных конструкций. Ярким примером, иллюстрирующим остроту проблемы, является ситуация с Голоустненским трактом в Иркутской области. Несмотря на капитальный ремонт, завершенный в 2022 году, уже через год на участке с 46 по 58 км дорога начала активно разрушаться: образовались глубокие колеи, провалы, а асфальтобетонное покрытие превратилось в крошку. Аналогичные случаи, обусловленные недоучетом свойств грунтов, имеют место и за рубежом: в Карагандинской области Казахстана трасса протяженностью 45 км, отремонтированная в 2020 году, пришла в негодность менее чем за два года из-за пучинистых грунтов и некачественного выполнения работ.

Вопросам строительства на слабых и пучинистых грунтах посвящены многочисленные отечественные и зарубежные исследования. Широко известны работы, связанные с применением геосинтетических материалов для армирования земляного полотна, технологии устройства вертикальных дрен и методы теплозащитного экранирования [1]. Что указывает на необходимость более глубокого, комплексного подхода, включающего не только выбор технологии, но и тщательное расчетное обоснование, моделирование и последующий контроль качества производства работ.

Целью настоящего исследования является анализ, систематизация и совершенствование методов устройства земляного полотна на слабых и пучинистых грунтах в условиях средней полосы России на основе комплексного инженерного подхода, включающего расчетное моделирование и анализ полевых данных. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- Провести детальную классификацию проблемных грунтов и механизмов их деформационного воздействия на дорожные конструкции, с выделением наиболее опасных с точки зрения долговечности дороги процессов.
- Выполнить сравнительный анализ современных конструктивно-технологических решений для обеспечения устойчивости земляного полотна, с акцентом на технологии, подтвердившие свою эффективность в реальных проектах.
- На основе данных численного моделирования и натурных наблюдений дать количественную оценку эффективности различных методов (снижение осадки, увеличение коэффициента устойчивости, сокращение сроков консолидации) [2].
- На примере конкретных кейсов разрушения дорог проанализировать причины деформаций и сформулировать научно-обоснованные рекомендации по выбору и применению технологий в зависимости от комплекса факторов (тип грунта, его мощность, уровень грунтовых вод).

Научная новизна исследования заключается в комплексном количественном обосновании эффективности различных технологий на основе сопоставления данных расчетного моделирования и результатов натурных наблюдений за реальными объектами, а также в систематизации инженерных решений, апробированных в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни».

Материалы и методы. Теоретической и методологической основой работы послужили действующие нормативно-технические документы в области проектирования и строительства автомобильных дорог, а также фундаментальные исследования в области механики грунтов и геотехники.

Фактический материал исследования был собран в ходе анализа проектной документации и результатов авторского надзора за строительством объектов дорожной инфраструктуры в ряде регионов России,

включая Иркутскую (Сибирский федеральный округ), Калужскую и Тверскую (Центральный федеральный округ) области. Исследовались данные инженерно-геологических изысканий, включающие типичные для региона слабые (водонасыщенные суглинки, торфяники) и пучинистые (пылеватые супеси) грунты. В качестве материала для анализа технологических решений рассматривались практики применения конструктивных слоев из дренирующего песка и песчано-гравийной смеси, геосинтетических материалов (геотекстиль, геосетки, геомембраны), а также методы вертикального дренажа с использованием песчаных свай и искусственного основания из щебеночно-песчаной подушки.

Методика исследования носила комплексный характер и включала три основных компонента. Первым компонентом стал сравнительный анализ натурных данных о деформациях земляного полотна (осадки, продольная ровность) на участках, построенных по традиционным и усовершенствованным технологиям. Второй компонент – расчетно-аналитический, основанный на методах определения устойчивости откосов (с учетом армирования геосинтетикой по методикам, изложенным в ОДМ 218.2.052-2016), а также современным подходам к стабилизации откосов в сложных грунтовых условиях [3]) и прогнозирования осадок во времени с оценкой консолидации слабых оснований. Третий компонент – методика оценки эффективности противопучинных мероприятий, базирующаяся на сравнении расчетной глубины промерзания, определенной по формуле, и фактических данных о зимнем подъеме дорожной одежды. Все расчеты и выводы опирались на принцип технико-экономического обоснования, требуемый для внедрения новых технологий в практику дорожного строительства.

К слабым грунтам относят виды грунтов, обладающие низким сопротивлением сдвигу (менее 0,025 МПа) и высокой сжимаемостью (модуль деформации E <5 МПа) [4, 5]. В условиях средней полосы России к ним относятся:

- Торфы – органические грунты с высокой пористостью (до 90%) и влагоемкостью. Мощность залегания может варьироваться от 1-2 до 10–15 метров. Характеризуются длительной и неравномерной осадкой под нагрузкой [6].
- Илы и илистые грунты – водонасыщенные мелкодисперсные грунты, склонные к тиксотропному разжижению при динамическом воздействии [6].
- Водонасыщенные пески пылеватые и мягкопластичные глинистые грунты (суглинки, супеси), теряющие свою структуру при нарушении природного сложения [7] (Таблица №1).

Основной проблемой при строительстве на таких грунтах являются значительные и зачастую неравномерные осадки под нагрузкой от веса земляного полотна и транспортных средств. Процесс осадки может длиться годами, следуя теории фильтрационной консолидации [4, 6]. Источником проблем становится высокая влажность. Как показал пример из Забайкальского края, на региональной дороге Кыра-Алтан постоянные ливневые дожди и выход рек из берегов привели к перенасыщению грунта влагой, образованию многочисленных пучин и полной блокировке движения для легкового транспорта.

Анализируя пучинистые грунты, которые представляют собой особую категорию оснований склонных к деформациям при отрицательных температурах, рассматриваются физико-математические основы процессов, лежащих в основе морозного пучения, включая фазовые переходы влаги в порах, миграцию воды к фронту промерзания и возникающие в результате этого напряжения [2]. Понимание этих механизмов имеет ключевое значение для прогнозирования и предотвращения деформаций земляного полотна в условиях сезонного промерзания.

Пучинистыми называют грунты, которые при замерзании увеличиваются в объеме, благодаря миграции влаги к фронту промерзания и образованию ледяных прослоек и линз. Интенсивность пучения зависит от дисперсности грунта, его пористости, начальной влажности и уровня грунтовых вод. Наиболее склонны к пучению пылеватые и глинистые грунты [6].

Процесс носит ярко выраженный сезонный характер и включает несколько стадий:

I. Промерзание – образование в грунте фронта промерзания, движущегося сверху вниз.

II. Миграция влаги – перемещение незамерзшей поровой воды из нижележащих слоев в зону промерзания под действием градиента температур и капиллярных сил.

III. Кристаллизация и рост ледяных включений – приводит к увеличению объема грунта и поднятию (вспучиванию) поверхности земли [6].

Борьба с деформациями на слабых и пучинистых грунтах ведется комплексно и направлена на устранение причин их возникновения. Современные методы требуют предварительного расчетного обоснования в специализированном программном обеспечении [8].

Таблица 1

Классификация проблемных грунтов и характер их воздействия на дорожные конструкции (составлено автороами)

Тип грунта	Основные характеристики	Вид деформации	Временной характер деформации
Торф	Высокая сжимаемость, пористость, влагоемкость. E=0,5-3,0 МПа.	Длительная неравномерная осадка.	Может длиться несколько лет после окончания строительства
Водонасыщенные илы и пылеватые пески	Склонность к разжижению, низкая несущая способность. E=1-4 МПа.	Быстрые и резкие просадки, оползание откосов.	Проявляется в период насыщения дождями или паводками.
Мягкопластичные глинистые грунты	Связные грунты с низким сопротивлением сдвигу. E=3-5 МПа.	Ползучесть, сдвиговые деформации.	Постепенное накопление деформаций в течение всего срока службы.
Пучинистые глинистые грунты	Высокая дисперсность, капиллярность, уровень УГВ выше глубины промерзания.	Морозное пучение – подъем покрытия в зимний период.	Сезонный, циклический характер.

Обзор технологий укрепления слабых грунтов с применением геосинтетики демонстрирует, что использование геотекстиля, геосеток и георешеток прочно вошло в арсенал современных дорожных решений. Расчетные данные свидетельствуют о радикальном изменении эксплуатационных характеристик конструкции [1]. Вопросы влияния геосинтетических элементов на устойчивость и деформативность земляного полотна детально освещены в работе [9], где подтверждена их высокая результативность при возведении насыпей на проблемных основаниях.

Эффективность метода армирования грунтового основания и создания защитно-армирующего слоя иллюстрируется опытом строительства подъездных путей к трассе М-10 в Зеленограде. Для анализа участка с илистым грунтом применялось численное моделирование в программе PLAXIS. Глубина залегания ила варьировалась от 5 до 15 метров при модуле деформации E = 0,45 МПа. Исследование [10], посвященное численному моделированию работы геосинтетических платформ на слабых грунтах, также подтверждает высокую эффективность данного подхода для перераспределения напряжений и уменьшения осадок.

Применение геоплатформы из объемной георешетки Геоспан ОРП 30/20 в оболочке из тканого геотекстиля Геоспан ТН 80 позволило достичь значительных результатов: осадка снизилась на 54 % (с 56 см до минимальных значений по сравнению с укрепленной насыпью), коэффициент устойчивости откосов вырос на 35 % (с 1,18 до 1,72 при нормативном значении Ктр = 1,3), а срок консолидации сократился на 44 %. Это существенно ускоряет строительный процесс и ввод объекта в эксплуатацию [11].

Дренажная функция отвечает за плановый отвод воды в поперечном направлении, а фильтрующая — за предотвращение выноса грунтовых частиц, что обеспечивает стабильность основания [1]. Взаимодействие грунта с геосинтетикой в армированных откосах и его влияние на устойчивость склонов подробно исследовано в работе [12], где предложены уточненные методы расчета с учетом реальных деформационных характеристик. При рассмотрении инженерных методов ускорения осадки и водоотведения в слабых грунтах следует подчеркнуть, что для водонасыщенных оснований критическим параметром является время стабилизации осадки. Для его сокращения применяются вертикальные дрены и пригрузка (предварительное нагружение). Устройство песчаных или геосинтетических дрен позволяет создать кратчайший путь для отжатой из грунта воды, радикально сокращая время консолидации [4]. Долгосрочное поведение насыпей на слабых глинистых грунтах с вертикальными дренами детально проанализировано в работе, где показана эффективность данного метода для контроля осадок во времени; на участках с мощными толщами торфа он является единственно возможным для достижения проектной осадки в разумные сроки. Временная пригрузка насыпи грунтом, в свою очередь, позволяет добиться основной осадки до устройства покрытия. Расчёты, выполненные для реконструкции автодороги Белгород-Павловск, показали, что применение армогрунтовой обоймы в сочетании с пригрузом позволяет достичь степени консолидации 0,9 всего за 6 месяцев.

Что касается способов защиты оснований от негативного воздействия морозного пучения, эффективным методом является регулирование водно-теплового режима (Таблица №2).

Таблица 2

Сравнительный анализ методов устройства земляного полотна с количественными показателями эффективности (составлено авторами)

Армогрунтовая геоплатформа	Снижение осадок до 54%, увеличение Куст до 35%.	Участки с очень слабыми грунтами (торф, ил) мощностью до 15 м.	Высокая эффективность, возможность отказа от полной замены грунта.	Требует сложного расчетного обоснования в PLAXIS.
Вертикальные дрены с пригрузкой	Сокращение сроков консолидации в 2–3 раза (до 6–12 месяцев).	Мощные водонасыщенные торфяные и илистые толщи.	Радикальное ускорение процесса стабилизации осадки.	Необходимость устройства пригрузки и ожидания.
Замена грунта	Полное устранение проблемного грунта в активной зоне.	Локальные участки с выраженным пучинистым или слабым основанием небольшой мощности.	Кардинальное решение проблемы, высокая надежность.	Высокая стоимость и трудоемкость, экологическая нагрузка.
Теплозащитное экранирование	Сведение деформаций пучения к нулю.	Участки с сезонным промерзанием и пучинистыми грунтами при высоком УГВ.	Высокая эффективность против морозного пучения.	Относительно высокая стоимость теплоизоляционного материала.

Критический разбор реализованных проектов и их значение для будущих разработок целесообразно начать с реконструкции Голоустненского тракта в Иркутской области. Этот случай демонстрирует комплексность проблем и катастрофические последствия, к которым приводит недоучёт свойств грунтов и нарушение технологии строительства.

Капитальный ремонт тракта стоимостью около 3,5 млрд рублей был завершён досрочно в 2022 году. Работы включали усиление конструкции дорожной одежды, замену покрытия и асфальтирование гравийных участков. Однако уже через год, на участке с 46-го по 58-й километр, началось активное разрушение: образовались глубокие колеи и провалы, разрушились асфальтобетонное покрытие и водоотводы.

Анализ ситуации позволяет выделить несколько гипотетических причин таких деформаций. Прежде всего, вероятно, имело место недостаточное усиление слабого основания. Работы на первом этапе (2017–2018 годы) велись на участке с 46-го по 70-й километр, и можно предположить, что проектом не в полной мере были учтены слабые и пучинистые грунты либо применённые методы укрепления оказались недостаточными для восприятия реальных нагрузок.

Саратовская область обладает богатой практикой в области усиления долговечности дорожных покрытий, функционирующих на сложных грунтах. В регионе уже много лет эффективно внедряется технология с применением техногипса (дорожного фосфогипса), который занесен в реестр передовых решений. Основное достоинство данного материала заключается в его способности после уплотнения создавать прочный монолитный базовый слой дорожной конструкции. Действуя по принципу жесткой плиты, он равномерно передает нагрузку на основание, что особенно важно при эксплуатации на слабых и пучинистых грунтах. Благодаря низкому коэффициенту теплопроводности, техногипс поддерживает стабильный водно-тепловой режим, минимизируя угрозу морозного пучения. По информации производителя, использование этого материала позволило повысить несущую способность дорог, увеличить интервалы между капитальными ремонтами и сократить затраты на строительство за счет снижения зависимости от дорогостоящих традиционных материалов, таких как щебень и песок. На сегодняшний день в области уже реализовано более 180 000 квадратных метров дорожных покрытий по данной технологии.

Эффективность рассмотренных технологий подтверждается практикой их применения в разных регионах России.

Расчётное обоснование эффективности замены грунта выполнено для мощности заменяемого водонасыщенного суглинка 2,5 м (модуль деформации E_слаб = 4 МПа) при замене на песчаный грунт с E_песок = 30 МПа. Осадка без замены по методу послойного суммирования составила S_слаб = (85,5 кПа × 2,5 м) / 4 МПа = 0,053 м (53 мм), а после замены — S_песок = (85,5 кПа × 2,5 м) / 30 МПа = 0,007 м (7 мм), то есть снижение осадки достигает 87 %. Таким образом, для Иркутской области с её распространёнными водонасыщенными грунтами полная замена слабого грунта в активной зоне является наиболее надёжным, хотя и затратным, решением, позволяющим практически исключить длительные осадки.

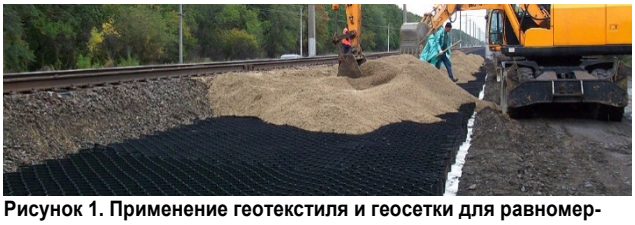


Рисунок 1. Применение геотекстиля и геосетки для равномерного распределения нагрузки на дорожное полотно

В Тверской области при строительстве и ремонте дорог активно используются современные технологии, включая укладку геосетки для равномерного распределения нагрузки и геотекстиля для разделения слоёв [рис. 1], что особенно важно для региона с широко распространёнными пучинистыми грунтами. Расчётное обоснование эффективности теплозащитного экранирования выполнено для условий Твери, где сумма градусо-суток отопительного периода ГСОП ≈ 4000 °С·сут, глубина промерзания пучинистого суглинка составляет 1,8 м, а толщина дорожной одежды — 0,7 м. Требуемое термическое сопротивление для исключения промерзания грунта-основания равно R_треб = (1,8 м – 0,7 м) / 1,8 Вт/(м·°С) = 0,61 м²·°С/Вт. При использовании экструзионного пенополистирола с λ_ут = 0,034 Вт/(м·°С) необходимая толщина утеплителя составляет h_ут = 0,61 × 0,034 ≈ 0,021 м (21 мм), а с учётом запаса применяют плиты толщиной 50–100 мм. Такое решение полностью предотвращает промерзание пучинистого грунта под дорожной одеждой, устраняя причину морозного пучения.

Резюмируя рассмотренные кейсы отметим, что они имеют критическую важность не только грамотного проектирования с учетом всех свойств грунтов, но и неукоснительного соблюдения технологии производства работ, а также наличия эффективной системы гарантийного контроля и ответственности подрядчиков.

На основе анализа технологий и практического опыта можно сформулировать рекомендации по выбору метода усиления основания в зависимости от конкретных условий. Процедура выбора включает несколько последовательных этапов.

При возведении сооружений на пучинистых грунтах с высоким стоянием грунтовых вод целесообразно применять комплексные решения, включающие организацию дренажной системы для снижения уровня воды, замещение пучинистых слоев в рабочей зоне и монтаж теплоизоляционных барьеров для защиты от промерзания.

Использование геосинтетических материалов необходимо включить в нормативную базу. Внедрение данных материалов в дорожное строительство и их ремонт на участках со сложными грунтовыми условиями должно стать обязательным требованием.

Как отмечено в обзорной работе, использование геосинтетики для усиления слабых оснований дорожных одежд позволяет не только повысить несущую способность, но и существенно увеличить межремонтные сроки службы, что обеспечивает долговечность конструкций при оптимальных затратах.

Контроль исполнения — неотъемлемое условие успеха. Примеры из Иркутской области и Казахстана показывают, что даже технически грамотные решения теряют эффективность при нарушении технологии строительства, поэтому необходима жёсткая система контроля и ответственности подрядчиков.

Экономическая эффективность достигается через продление срока службы. Первоначальные инвестиции в усиление основания окупаются за счёт увеличения межремонтных интервалов и снижения затрат на содержание дорог; пренебрежение этими мерами, напротив, приводит к краткосрочным «сбережениям» и долгосрочным убыткам.

Интеграция в национальные проекты — путь к системным изменениям. Включение передовых технологий в проекты национальной программы «Инфраструктура для жизни» позволяет решать задачи устойчивого развития дорожной сети и рационального использования бюджетных средств [21].

Таким образом, устойчивое развитие транспортной инфраструктуры в условиях сложных грунтов возможно только при условии внедрения научно обоснованных, комплексных решений. Для средней полосы Рос-

сии особенно актуально сочетание армирования, дренажа и теплоизоляции, адаптированное к местным геоклиматическим условиям. Это не только повышает надёжность объектов, но и обеспечивает стратегическую эффективность вложений в рамках государственных программ.

Литература

1. Tutumluer E. Geosynthetic stabilization of road pavements, railroads, and airfields / E. Tutumluer [Электронный ресурс]. // Transportation Geotechnics. – URL: https://doi.org/.
2. Abdrabbo F.M. Towards construction of embankment on soft soil: a comparative study of lightweight materials and deep replacement techniques / F.M. Abdrabbo, K.E. Gaaver, A.Z. Elwakil, S.A. Khalifa [Электронный ресурс]. // Scientific Reports. – URL: https://doi.org/.
3. Tronda T. Use of geosynthetics for stabilization of road embankment slopes in complicated ground conditions / T. Tronda, A. Domnenko [Электронный ресурс]. // Proceedings of the 17th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – URL: https://www.researchgate.net/publication/392978213_Use_of_geosynthetics_for_stabilization_of_road_embankment_slopes_in_complicated_ground_conditions.
4. Комаров Н.А. Слабые грунты, их классификация и применимость в дорожном строительстве / Н.А. Комаров; науч. рук. Ю.Г. Бабаскин [Электронный ресурс]. // Дорожное строительство и его инженерное обеспечение: материалы Международной научно-технической конференции. – URL: https://rep.bntu.by/handle/data/108540–.
5. Uduebor M. A Review of Innovative Frost Heave Mitigation Techniques for Road Pavements / M. Uduebor, E. Emmanuel [Электронный ресурс]. // International Conference on Transportation and Development. – URL: https://www.researchgate.net/publication/363154900_A_Review_of_Innovative_Frost_Heave_Mitigation_Techniques_for_Road_Pavements.
6. Li P. Consolidation behavior of soft soil with prefabricated vertical drains under surcharge preloading / P. Li, Y. Wang, Z. Chen [Электронный ресурс]. // Marine Georesources & Geotechnology. – URL: https://www.researchgate.net/publication/339653151_Studying_the_behavior_of_soft_soil_improved_with_prefabricated_vertical_Drains.
7. Benmebarek S. Effect of geosynthetic reinforced embankment on locally weak zones by numerical approach / S. Benmebarek, N. Benmebarek, R. Kastner [Электронный ресурс]. // Computers and Geotechnics. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266352X14002328.
8. Pham M.T. Embankments Reinforced by Vertical Inclusions on Soft Soil: Numerical Study of Stress Redistribution / M.T. Pham [Электронный ресурс]. // Geotechnics. – URL: https://www.mdpi.com/2673-7094/3/4/69.
9. Sabab S.R. The impact of geosynthetics on embankment performance / S.R. Sabab, M.A. Rahman, M.R. Karim [Электронный ресурс]. // Geotextiles and Geomembranes. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590048X25002146.
10. Nguyen T.T. Numerical investigation of the performance of geosynthetic-reinforced soil platforms on soft soil / T.T. Nguyen, T.D. Pham [Электронный ресурс]. // International Journal of Geomechanics. – URL: https://www.researchgate.net/publication/325257546_Numerical_Investigation_of_the_Performance_of_Geosynthetic_Reinforced_Soil-Integrated_Bridge_System_GRS-IBS_Subjected_to_Differential_Settlement.
11. Aktas G. Stability Enhancement of Road Embankments Using Geogrids and Jet Grout Columns / G. Aktas, B. Caglar, H. Kucuk [Электронный ресурс]. // Applied Sciences. – URL: https://www.researchgate.net/publication/387417133_Influences_of_the_geogrid-reinforced_soil_platform_on_the_performance_of_pile-supported_embankment.
12. Zhang Y. Stability analysis of geosynthetic-reinforced slopes considering soil-geosynthetic interaction / Y. Zhang, J. Xu, D. Liu [Электронный ресурс]. // Geotextiles and Geomembranes. – URL: https://ascelibrary.org/doi/abs/–.

ang [Электронный ресурс]. // PLoS ONE. – URL: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0318682.

Improvement of subgrade construction technologies on weak and frost-heaving soils in the central Russia conditions

Gusev S.M.
Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin

JEL classification: L61, L74, R53

The construction of new highways in central Russia, implemented in accordance with the «Infrastructure for Life» project, is inextricably linked with the necessity of effectively counteracting the negative effects of weak and frost-heaving soil. Insufficient strength of such foundations combined with their high sensitivity to cyclic freezing and thawing of water causes inadmissible pavement deformations, significantly reduces the load-bearing capacity of the structure, and decreases the service life between repairs of road facilities. Under these conditions, traditional approaches to earthwork construction (without additional reinforcement, drainage, or thermal insulation) often prove insufficiently reliable or economically unjustified, especially with high groundwater levels and deep seasonal freezing. This article presents a comprehensive study, systematization, and generalization of existing engineering-technical methods for increasing the durability, stability, and load-bearing capacity of earthwork in construction on complex soils of central Russia. The research is based on the analysis of real project implementation examples in the Central region, field observation data, and results of numerical calculations of stress-strain state of structures. Special attention is given to combined technologies: partial replacement of frost-heaving soil with non-heaving soil, installation of drainage and thermal insulation layers (including the use of expanded polystyrene plates), as well as multilayer reinforcement with geosynthetic materials. These solutions make it possible to minimize frost heaving, uneven settlements of weak foundations, and ensure regulatory requirements for evenness and strength of pavement under complex engineering-geological conditions of central Russia.

Keywords: Subgrade, weak soils, frost-heaving soils, frost heave, geosynthetic materials, reinforced soil geoplatform, road pavement, settlement, slope stability, national project «Infrastructure for Life».

References

1. Tutumluer E. Geosynthetic stabilization of road pavements, railroads, and airfields / E. Tutumluer [Электронный ресурс]. // Transportation Geotechnics. – URL: https://doi.org/.
2. Abdrabbo F.M. Towards construction of embankment on soft soil: a comparative study of lightweight materials and deep replacement techniques / F.M. Abdrabbo, K.E. Gaaver, A.Z. Elwakil, S.A. Khalifa [Электронный ресурс]. // Scientific Reports. – URL: https://doi.org/.
3. Tronda T. Use of geosynthetics for stabilization of road embankment slopes in complicated ground conditions / T. Tronda, A. Domnenko [Электронный ресурс]. // Proceedings of the 17th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – URL: https://www.researchgate.net/publication/392978213_Use_of_geosynthetics_for_stabilization_of_road_embankment_slopes_in_complicated_ground_conditions.
4. Komarov N.A. [Weak soils, their classification and applicability in road construction] / N.A. Komarov; nauch. ruk. Yu.G. Babaskin [Elektronnyj resurs] [Электронный ресурс]. // Dorozhnoe stroitel'stvo i ego inzhenernoe obespechenie: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferentsii.(In Russian). – URL: https://rep.bntu.by/handle/data/108540–.
5. Uduebor M. A Review of Innovative Frost Heave Mitigation Techniques for Road Pavements / M. Uduebor, E. Emmanuel [Электронный ресурс]. // International Conference on Transportation and Development. – URL: https://www.researchgate.net/publication/363154900_A_Review_of_Innovative_Frost_Heave_Mitigation_Techniques_for_Road_Pavements.
6. Li P. Consolidation behavior of soft soil with prefabricated vertical drains under surcharge preloading / P. Li, Y. Wang, Z. Chen [Электронный ресурс]. // Marine Georesources & Geotechnology. – URL: https://www.researchgate.net/publication/339653141_Studying_the_behavior_of_soft_soil_improved_with_prefabricated_vertical_Drains.
7. Benmebarek S. Effect of geosynthetic reinforced embankment on locally weak zones by numerical approach / S. Benmebarek, N. Benmebarek, R. Kastner [Электронный ресурс]. // Computers and Geotechnics. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266352X14002328.
8. Pham M.T. Embankments Reinforced by Vertical Inclusions on Soft Soil: Numerical Study of Stress Redistribution / M.T. Pham [Электронный ресурс]. // Geotechnics. – URL: https://www.mdpi.com/2673-7094/3/4/69.
9. Sabab S.R. The impact of geosynthetics on embankment performance / S.R. Sabab, M.A. Rahman, M.R. Karim [Электронный ресурс]. // Geotextiles and Geomembranes. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590048X25002146.
10. Nguyen T.T. Numerical investigation of the performance of geosynthetic-reinforced soil platforms on soft soil / T.T. Nguyen, T.D. Pham [Электронный ресурс]. // International Journal of Geomechanics. – URL: https://www.researchgate.net/publication/325257546_Numerical_Investigation_of_the_Performance_of_Geosynthetic_Reinforced_Soil-Integrated_Bridge_System_GRS-IBS_Subjected_to_Differential_Settlement.
11. Aktas G. Stability Enhancement of Road Embankments Using Geogrids and Jet Grout Columns / G. Aktas, B. Caglar, H. Kucuk [Электронный ресурс]. // Applied Sciences. – URL: https://www.researchgate.net/publication/387417133_Influences_of_the_geogrid-reinforced_soil_platform_on_the_performance_of_pile-supported_embankment.
12. Zhang Y. Stability analysis of geosynthetic-reinforced slopes considering soil-geosynthetic interaction / Y. Zhang, J. Xu, D. Liu [Электронный ресурс]. // Geotextiles and Geomembranes. – URL: https://ascelibrary.org/doi/abs/–.

Формирование интерактивной и развивающей среды в структуре детских игровых пространств

Дёмин Александр Владимирович
доцент, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2350389d@gmail.com,

Дёмина Полина Александровна
бакалавр, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Статья посвящена вопросам формирования развивающей предметно-пространственной среды в структуре современных детских игровых пространств. Рассматривается проблема ограниченности существующих типовых проектных решений, которые преимущественно ориентированы на реализацию базовых рекреационных сценариев и организацию двигательной активности посредством стандартных игровых элементов - качелей, каруселей, игровых комплексов и аналогичных объектов. При этом образовательный, познавательный и творческий потенциал игровой среды зачастую остаётся недостаточно реализованным, а возможности малых архитектурных форм как инструмента интеллектуального, сенсорного и социального развития детей используются не в полной мере. На основе анализа отечественного и зарубежного опыта выявлена устойчивая тенденция интеграции интерактивных и развивающих компонентов в структуру детских игровых пространств, направленная на расширение сценариев взаимодействия ребёнка со средой, развитие исследовательской активности, воображения и коммуникативных навыков. В качестве методического подхода предложена комбинированная классификация интерактивных малых архитектурных форм по двум критериям: типу сенсорного воздействия (визуальное, тактильно-кинестетическое, аудиальное, полисенсорное) и характеру формируемых навыков (когнитивные, моторные, творческие, социально-коммуникативные). В статье представлена авторская серия из трёх интерактивных игровых стендов, разработанная в рамках Всероссийского конкурса «ПроСТО МАФ» и приуроченная к 100-летию Ленинградской области. Предложенные проектные решения ориентированы на создание вариативной игровой среды, способствующей развитию познавательной активности детей и расширению образовательного потенциала общественных пространств. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании детских игровых площадок и реализации программ формирования комфортной городской среды.
Ключевые слова: малые архитектурные формы, интерактивная среда, детская игровая площадка, игровое оборудование, устойчивое развитие.

Введение

Современные подходы к проектированию детских игровых пространств рассматривают игровую площадку не только как территорию организации досуга и двигательной активности, но и как важный элемент формирования развивающей предметно-пространственной среды, оказывающей влияние на когнитивное, эмоциональное, сенсорное и социальное развитие ребёнка. В условиях возрастающего внимания к качеству городской среды и принципам человекоориентированного проектирования детские игровые пространства приобретают значение самостоятельного архитектурно-ландшафтного инструмента формирования благоприятной среды детства.

Несмотря на развитие индустрии игрового оборудования, значительная часть существующих типовых решений по-прежнему ориентирована преимущественно на реализацию базовых рекреационных сценариев и обеспечение двигательной активности посредством стандартного набора элементов — качелей, каруселей, игровых комплексов, горок и песочниц. Вместе с тем образовательный, познавательный и творческий потенциал игровой среды зачастую остаётся недостаточно реализованным, а возможности малых архитектурных форм как средства интеллектуального, сенсорного и социального развития детей используются ограниченно.

Между тем зарубежная практика демонстрирует устойчивую тенденцию перехода от исключительно рекреационной модели игровых пространств к созданию интерактивной среды, способной стимулировать познавательную деятельность, исследовательское поведение и развитие навыков коммуникации. В таких проектах малые архитектурные формы рассматриваются не только как элементы благоустройства, но и как самостоятельное игровое оборудование, интегрирующее образовательные, художественные и коммуникативные функции. Подобный подход прослеживается как в решениях ведущих производителей игрового оборудования, так и в экспериментальных и концептуальных проектах архитектурных бюро.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает отсутствие единой универсальной классификации развивающего игрового оборудования, интегрируемого в структуру детских площадок. Существующие подходы, как правило, концентрируются либо на возрастной специализации, либо на функциональном назначении объектов, что ограничивает возможности комплексной оценки их образовательного потенциала.

Теоретические основы и классификация интерактивного игрового оборудования в структуре детских игровых пространств

В статье предлагается комбинированная классификация интерактивных малых архитектурных форм, основанная на двух взаимодополняющих критериях: типе сенсорного воздействия и характере формируемых навыков. Подобный подход позволяет рассматривать игровое оборудование одновременно как элемент пространственной организации территории и как средство комплексного развития ребёнка.

Первое классификационное основание опирается на теорию сенсорного развития и определяет доминирующий канал восприятия, который активизируется в процессе взаимодействия ребёнка с игровым оборудованием.

1. Классификация по типу сенсорного воздействия

1.1. Тактильное (сенсомоторное) оборудование

К данной категории относится оборудование, ориентированное на развитие осязания, координации движений и мелкой моторики посредством непосредственного физического взаимодействия с поверхностями и механическими элементами. В состав группы входят конструкции с различными фактурами материалов (дерево, металл, текстиль, пластик), вращающиеся элементы, шестерёнчатые механизмы, подвижные направляющие, системы шнуровки и застёжек. Основной принцип взаимодействия заключается в формировании разнообразного тактильного опыта и развитии сенсомоторной координации.

1.2. Акустическое (звуковое) оборудование

Данная группа объединяет игровые элементы, формирующие обратную связь посредством звука. К ней относятся металлофоны, ксилофоны, барабанные поверхности, звуковые трубы и конструкции, создающие шумовые или ритмические эффекты. Такое оборудование способствует развитию слухового восприятия, чувства ритма и пониманию причинно-следственных связей между действием и результатом.

1.3. Визуальное (оптическое) оборудование

К данной категории относится оборудование, направленное на стимуляцию зрительного восприятия. Оно включает зеркальные поверхности, элементы с оптическими эффектами, цветовые модули, вращающиеся конструкции и световые элементы. Использование подобных решений способствует развитию визуального анализа, концентрации внимания и пространственного восприятия.

1.4. Комбинированное (полисенсорное) оборудование

Наиболее сложная категория оборудования, предполагающая одновременное задействование нескольких сенсорных каналов. Сочетание визуальных, тактильных и акустических эффектов позволяет реализовать принципы сенсорной интеграции и создавать более насыщенную среду взаимодействия, включая условия для инклюзивного использования детьми с различными образовательными потребностями.

2. Классификация по формируемым навыкам (педагогическая функция)

Второе основание классификации ориентировано на образовательный потенциал оборудования и характер развиваемых компетенций.

2.1. Когнитивное оборудование

Направлено на развитие памяти, внимания, логического мышления, речи и познавательной активности.

2.2. Моторное оборудование

Обеспечивает развитие координации движений, крупной и мелкой моторики, пространственной ориентации.

2.3. Творческое оборудование

Формирует условия для развития воображения, художественного самовыражения и вариативности игровых сценариев.

2.4. Социально-коммуникативное оборудование

Стимулирует совместную деятельность детей, развитие навыков взаимодействия, распределения ролей и кооперации.

Предложенная классификация позволяет провести системный анализ существующего игрового оборудования, сформировать критерии проектирования новых интерактивных решений и обеспечить комплексный подход к организации развивающей среды детских игровых пространств.

Рисунок 1. Giro d'Ali Family Park, Италия Рисунок 2. Land-i Archicolture, Китай

Рисунок 3. Land-i Archicolture, Китай Рисунок 4. Forest Field Park в Дейтоне, США

Проектная апробация принципов формирования интерактивной развивающей среды на примере конкурсной программы «ПроСТО МАФ»

Для проверки применимости предложенной классификационной модели и оценки её проектного потенциала была выполнена апробация разработанных подходов в рамках Всероссийского конкурса малых архитектурных форм «ПроСТО МАФ». Конкурсная площадка рассматривалась не только как формат представления проектных решений, но и как экспериментальная среда для проверки принципов формирования интерактивной развивающей среды средствами игрового оборудования.

В качестве проектного предложения была разработана авторская серия интерактивных игровых объектов, ориентированных на вовлечение пользователей различных возрастных групп и формирование вариативных сценариев совместной деятельности. Концепция серии была приурочена к 100-летию Ленинградской области и основана на идее интеграции образовательного, игрового и культурно-просветительского компонентов в структуру детского игрового пространства. В основу проектного решения положен сценарный подход: каждая игровая установка формирует самостоятельную модель взаимодействия пользователей со средой и одновременно раскрывает природные особенности и локальную идентичность региона.

Предлагаемые игровые объекты включают не только информационно-познавательный блок, но и интерактивные механики, ориентированные на активное участие пользователей, развитие коммуникации, пространственного мышления и творческого восприятия.

Игровое оборудование 1 — «Пары»

Конструктивное решение и сценарий использования

Игровой объект выполнен в виде вертикальной конструкции с системой вращающихся объёмных элементов кубической формы. На рабочих поверхностях размещены парные изображения представителей флоры Ленинградской области (не менее шести пар). Игровая механика основана на принципе поиска совпадающих изображений и воспроизводит адаптированную модель игры на развитие памяти.

Участники поочерёдно поворачивают элементы конструкции, стремясь обнаружить одинаковые изображения. Победителем становится участник, собравший наибольшее количество совпадающих пар.

Развивающий потенциал

Объект преимущественно активирует визуальный канал восприятия и способствует развитию зрительной памяти, внимания и навыков сравнения образов. Одновременно взаимодействие с вращающимися элементами стимулирует развитие мелкой моторики и координации движений. Использование изображений местной флоры вводит дополнительный образовательный слой, направленный на формирование экологической культуры и знакомство детей с природным разнообразием региона.

Игровое оборудование 2 — «Лабиринт»

Конструктивное решение и сценарий использования

Игровой объект представляет собой вертикальное поле с системой отверстий и механизмом совместного управления движением металлического шара посредством двух тросовых рукояток. Пользователи должны согласованно регулировать натяжение тросов, перемещая шар по заданному маршруту.

В композицию игрового поля интегрированы изображения животных Ленинградской области, которые становятся частью игрового сценария и визуального сопровождения процесса.

Развивающий потенциал

Доминирующим типом воздействия выступает тактильно-кинестетическое взаимодействие. Игровой сценарий способствует развитию крупной моторики, пространственного мышления и способности прогнозировать движение объекта.

При этом ключевое значение приобретает социально-коммуникативная функция оборудования: выполнение задачи возможно только при согласовании действий нескольких участников. Такая механика способствует развитию навыков командного взаимодействия, речевой коммуникации, взаимной координации и распределения действий между детьми. Дополнительный образовательный эффект обеспечивается включением краеведческого содержания через визуальное знакомство с региональной фауной.

Игровое оборудование 3 — «Складки»

Конструктивное решение и сценарий использования

Игровой объект представляет собой модульную поверхность с системой выдвижных секций, снабжённых покрытием для рисования. Игровой процесс основан на переосмыслении механики коллективной игры «Чепуха» и предполагает последовательное создание единого изображения несколькими участниками без возможности видеть предыдущие этапы рисунка.

После завершения игрового цикла секции одновременно раскрываются, формируя коллективный графический результат.

Развивающий потенциал

Оборудование ориентировано преимущественно на визуально-моторное взаимодействие и способствует развитию графомоторных навыков, зрительно-пространственного восприятия и координации движений.

Ключевым результатом становится развитие воображения и способности к образному моделированию. Дополнительный эффект связан с развитием коммуникативных навыков, совместного обсуждения результатов и освоением правил коллективного взаимодействия.

Разработка представленной серии осуществлялась на основе предложенной комбинированной классификации, объединяющей два критерия - тип сенсорного воздействия и характер формируемых навыков. Практическая апробация показала возможность использования данного

подхода как инструмента проектирования интерактивного игрового оборудования, обеспечивающего одновременную реализацию образовательных, коммуникативных и рекреационных функций в структуре детских игровых пространств.

Рисунок 5. Игровые стенды «Пары», «Лабиринт», «Складки» авт. Дёмина П.А., Ипатова П.И.

Заключение

Проведённая работа подтвердила актуальность перехода от традиционных моделей организации детских игровых площадок к формированию многофункциональной развивающей предметно-пространственной среды, объединяющей рекреационные, образовательные, коммуникативные и культурно-просветительские функции. В современных условиях игровые пространства всё в большей степени рассматриваются не как совокупность отдельных элементов оборудования, а как самостоятельный инструмент формирования опыта взаимодействия ребёнка с городской средой.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показал устойчивую тенденцию внедрения интерактивного игрового оборудования и использования малых архитектурных форм в качестве средств когнитивного, сенсорного, моторного и социального развития детей. На основании проведённого анализа была предложена комбинированная классификация развивающего оборудования, основанная на двух взаимосвязанных критериях — типе сенсорного воздействия и характере формируемых навыков. Предложенный подход позволяет перейти от функционального подбора игровых элементов к системному проектированию развивающей среды с учётом возрастных особенностей и сценариев взаимодействия пользователей.

Практическая апробация методики в рамках Всероссийского конкурса малых архитектурных форм «ПроСТО МАФ» продемонстрировала возможность её применения при разработке авторских проектных решений для общественных пространств. Созданная серия интерактивных игровых объектов подтвердила эффективность интеграции образовательных механизмов, игровых сценариев и интерактивных форм взаимодействия в структуру современных детских площадок.

Отдельное значение в ходе работы было выявлено для регионально ориентированного подхода к проектированию игрового оборудования и малых архитектурных форм. Включение в структуру игровых объектов образов местной флоры и фауны, природных особенностей территории, элементов историко-культурного наследия и локальных сюжетов позволяет существенно расширить образовательный потенциал среды и усилить эмоциональную связь пользователей с местом. Игровое пространство в данном случае становится не только средством развития ребёнка, но и инструментом передачи культурных кодов территории, формирования представлений о её истории, природном разнообразии и уникальной идентичности.

Использование принципов региональной интерпретации и тематического наполнения малых архитектурных форм позволяет формировать более устойчивый и узнаваемый образ общественных пространств, создавая условия для воспитания бережного отношения к окружающей среде, развития локальной идентичности и повышения качества городской среды в целом.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке проектов благоустройства, создании детских игровых пространств, подготовке региональных программ формирования комфортной городской среды, а также при проектировании тематических общественных пространств, ориентированных на интеграцию образовательных и культурных функций в структуру городской среды.

Литература

1. Сыдыгалиев Д. С., Искабылов М. А. МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ КАК КОМПОНЕНТ АРХИТЕКТУРНОГО ЛАНДШАФТА // Вестник науки. 2025. №6 (87).
2. Дорощук Наталия Романовна Малые архитектурные формы в городской среде // International scientific review. 2016. №21 (31).
3. Кабжихов Астемир Артурович, Бегиева Белла Муратовна Малые архитектурные формы в городской среде // Вопросы науки и образования. 2020. №25 (109).
4. Кулагина Александра Александровна, Баринова Дарья Владимировна РОЛЬ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ В БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ГОРОДА // НАУ. 2015. №7-3 (12).
5. Осипов Юрий Константинович, Матехина Ольга Владимировна Малые архитектурные формы в пространстве городской среды // Вестник СибГИУ. 2015. №2 (12).
6. Медведева Э. Н., Илясова С. В., Замятина С. В. БЕЗОПАСНОСТЬ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ НА ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДКАХ // Инновации и инвестиции. 2023. №6
7. Мицаева Хава Виситаевна ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И КОММУНИКАЦИЯ // E-Scio. 2022. №11 (74).
8. Якшина Анна Николаевна, Ле-Ван Татьяна Николаевна, Крашенинников-Хайт Евгений Евгеньевич, Логинова Лариса Владимировна, Холодова Ольга Леонидовна Образовательный потенциал современных городских детских площадок: экспертиза и перспективы развития // СДО. 2018. №6 (88).

Formation of an interactive and developmental environment within the structure of children's play spaces

Demin A.V., Demina P.A.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article addresses the formation of a developmental subject-spatial environment within the structure of contemporary children's play spaces. The study examines the limitations of existing standard design solutions, which are predominantly focused on implementing basic recreational scenarios and supporting physical activity through conventional play elements such as swings, carousels, playground complexes, and similar facilities. At the same time, the educational, cognitive, and creative potential of the play environment often remains insufficiently realized, while the capabilities of small architectural forms as instruments for children's intellectual, sensory, and social development are not fully utilized.

Based on the analysis of Russian and international experience, the study identifies a stable trend toward integrating interactive and developmental components into children's play environments aimed at expanding scenarios of interaction between children and the surrounding space, encouraging exploratory behavior, imagination, and communication skills.

As a methodological approach, the article proposes a combined classification of interactive small architectural forms according to two criteria: the type of sensory impact (visual, tactile-kinesthetic, auditory, and multisensory) and the nature of developed skills (cognitive, motor, creative, and social-communicative).

The paper presents an original series of three interactive play installations developed within the framework of the All-Russian competition "ProSTO MAF" and dedicated to the 100th anniversary of the Leningrad Region. The proposed design solutions are aimed at creating a variable play environment that stimulates children's cognitive activity and expands the educational potential of public spaces.

The results obtained may be applied in the design of children's playgrounds and in the implementation of urban improvement programs focused on creating a comfortable urban environment.

Keywords: small architectural forms, interactive environment, children's playground, play equipment, sustainable development.

References

1. Sydygaliev D. S., Iskabylov M. A. SMALL ARCHITECTURAL FORMS AS A COMPONENT OF LANDSCAPE ARCHITECTURE LANDSCAPE // Bulletin of Science. 2025. No. 6 (87).
2. Doroshchuk Natalia Romanovna Small architectural forms in the urban environment // International Scientific Review. 2016. No. 21 (31).
3. Kabzhikhov Astemir Arturovich, Begieva Bella Muratovna Small architectural forms in the urban environment // Issues of Science and Education. 2020. No. 25 (109).
4. Kulagina Alexandra Alexandrovna, Barinova Daria Vladimirovna THE ROLE OF SMALL ARCHITECTURAL FORMS IN URBAN LANDSCAPING // NAU. 2015. No. 7-3 (12).
5. Osipov Yuri Konstantinovich, Matekhina Olga Vladimirovna Small architectural forms in the urban environment // Bulletin of SibGIU. 2015. No. 2 (12).

Анализ отечественного и зарубежного опыта по определению теплотехнических характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций в теплый период года

Кашуркин Алексей Юрьевич
заведующий лабораторией, Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), leontiii@mail.ru,

Козлов Владимир Владимирович
к.т.н., ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), kozlov.v2@yandex.ru

Приведен анализ существующих методов определения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, в частности светопрозрачных (СПК), при натурных испытаниях. Проанализирована отечественная и зарубежная научная и техническая литература по данной тематике. Несмотря на распространенность применения СПК и фасадных систем с элементами остекления, существующие методы определения теплотехнических характеристик в натурных условиях несовершенны. Нормативные требования сосредоточены на определении теплотехнических характеристик как в климатических камерах, так и в натурных условиях в зимнее время года, что накладывает большие ограничения и влечет за собой трудовые и экономические затраты. Актуальным в данное время является разработка методик, направленных на установление теплотехнических характеристик непосредственно на объекте в теплый период года.
Ключевые слова: фактическое сопротивление теплопередаче, светопрозрачные конструкции, натурные испытания, теплый период года.

Введение

Проведение натурных испытаний для определения фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций в рамках обследования зданий и сооружений в любой период года остается актуальной задачей.

От точности и достоверности применяемых методик будет зависеть правильность решений, принятых в рамках проектирования, строительства или реконструкции обследуемого объекта.

Для создания и поддержания комфортных условий микроклимата помещений и тепловой защиты здания одним из основополагающих показателей в расчетах является сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции (R, $м^2 \cdot °C/Вт$). К ограждающим конструкциям относятся внешние оболочки зданий: наружные стены, покрытия и перекрытия (чердачные, цокольные), оконные и дверные блоки, светопрозрачные конструкции (СПК).

В процессе монтажа, эксплуатации и иных техногенных воздействий (пожар, подтопление, химико-биологические процессы) из-за протекающих структурных и физических изменений или повреждений в строительных материалах с течением времени величина сопротивления теплопередаче будет также изменяться. Поэтому ранее принятые проектные решения с рассчитанными параметрами будут отличаться от фактических показателей. Такой разрыв между значениями (проектной и фактической) сводит к минимуму показатели энергоэффективности.

Современные архитектурные решения облика зданий и сооружений представлены увеличенной площадью оконных проемов (например, панорамные окна) и структурным остеклением. То есть на смену привычным непрозрачным многослойным конструкциям приходят конструкции с элементами остекления. С этой точки зрения парадокс натурного измерения фактического сопротивления теплопередаче заключается в том, что стеновые непрозрачные конструкции различных видов изучены в большей степени и для них разработаны различные методики, в то время как для остекленных фасадных конструкций все ещё недостаточно методик по учету теплопоступлений в теплый период года.

Еще одной проблемой при проведении натурных испытаний для определения фактического сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций является требование о проведении измерений в холодный период года (отопительный период) с обеспечением температурного перепада по разные стороны от поверхности конструкции. [1]

На результаты измерений (температуры поверхностей и воздуха, теплового потока), необходимых для расчета фактического сопротивления теплопередаче при натурных испытаниях, влияет выбранная методика, чувствительность и погрешность применяемой аппаратуры, время проведения и условия среды, в которых проводятся измерения.

Целью данной статьи является аналитический обзор зарубежных и отечественных работ, методик, научно-технической и нормативной литературы, направленных на определение теплотехнических характеристик ограждающих и светопрозрачных конструкций (СПК) в летний период года.

Предмет и методы исследования

Предметом исследования является определение фактического сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций при натурных испытаниях в летний период года.

За основу метода исследования был положен анализ отечественной и зарубежной технической и научной литературы по данной проблематике.

В целом, говоря о натурных испытаниях при определении теплотехнических характеристик, можно выделить такие методы, как косвенные измерения, т. е. основывающиеся на расчетах по данным из паспорта проекта здания, и прямые измерения, для которых необходима непосредственная регистрация параметров внешней окружающей среды, внутреннего микроклимата здания и ограждающих конструкций. В мировой пркткие натурных измерений выделяют метод измерения теплового потока (HFM), метод простого измерения теплового потока с помощью климатической камеры (Simple Hot Box-Heat Flow Meter, SHB-HFM), термометрический метод – прямое измерение температур (THM) и метод количественной инфракрасной термографии (QIRT). [2]

Стандартным и распространенным методом определения фактического сопротивления теплопередаче для непрозрачных ограждающих конструкций в натурных условиях является измерение теплового потока на поверхности конструкции и регистрация температур как на поверхности, так и воздуха (наружного и внутреннего) при помощи соответствующих датчиков-термопар.

Для термически однородной зоны формула расчета фактического сопротивления теплопередаче будет иметь следующий вид (1):

$$R_0 = R_в + R_к + R_н = \frac{t_в - \tau_в}{q_ф} + \frac{\tau_в - \tau_н}{q_ф} + \frac{\tau_н - t_н}{q_ф} = \frac{t_в - t_н}{q_ф}, \quad (1)$$

где $R_в$ и $R_н$ – сопротивления теплопередаче соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт;

$R_к$ – термическое сопротивление однородной зоны ограждающей конструкции, м^2·°С/Вт;

$t_в$ и $t_н$ – средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутреннего и наружного воздуха, °С;

$\tau_в$ и $\tau_н$ – средние за расчетный период измерений значения температур соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждающей конструкции, °С;

$q_ф$ – средняя за расчетный период измерения фактическая плотность теплового потока, Вт/м^2.

Результаты

Отечественные стандарты в основном базируются на определении теплотехнических характеристик ограждающих конструкций в испытательных камерах. В таких камерах размещают фрагмент исследуемой ограждающей конструкции и имитируют окружающие условия: температуру, влажность воздуха. Такой метод определения теплотехнических характеристик исключает влияние погодных условий, таких как ветер, прямое солнечное облучение, а также естественный износ материалов, избыточное переувлажнение элементов конструкций в период эксплуатации здания, биолого-химическую деструкцию и воздействия техногенного характера.

Существующие нормативные документы, такие как ГОСТ Р 56623 и ГОСТ Р 59939, регламентируют проведение натурных испытаний для непрозрачных ограждающих конструкций при неразрушающем контроле и не распространяются на светопрозрачные конструкции. Использование данных документов сопровождается рядом условий, которые ограничивают их более широкое применение. Во-первых, измерения нужно проводить в холодный период года. Во-вторых, нужно подгадать такой временной период проведения измерений, при котором разность среднесуточных температур наружного и внутреннего воздуха и соответствующий тепловой поток обеспечивают получение результата с погрешностью не более 15%. [1, 3]

Для определения теплотехнических характеристик фасадных светопрозрачных конструкций используют ГОСТ Р 54858, но его область применения ограничивается использованием компьютерных программ. То есть этот метод больше подходит для этапа проектирования здания. [4]

Для ограждающих конструкций в виде блоков оконных и дверных, а также стекол и изделий из них есть такие нормативные документы – ГОСТ 26602.1 и ГОСТ EN 675 соответственно. В них описываются методы определения сопротивления теплопередаче в климатических камерах. [5, 6]

В рамках проведения натурных испытаний, приближенных к методике ранее упомянутых ГОСТ Р 56623 и ГОСТ Р 59939, есть патент на способ определения сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции (стены) при достижении стационарного режима теплопередачи. Согласно ему предлагается замерять температуры воздуха внутри и снаружи здания, а также на поверхностях исследуемого участка стены и плотность теплового потока. Данные датчики располагаются в специальном утепленном П-образном коробе вместе с нагревателями и располагаются на стене относительно друг друга. Стационарность достигается за счет нагревателей, которые повышают температуру на 5 °С выше температуры снаружи и внутри здания соответственно. При достижении стационарного режима регистрируются необходимые данные, и дальше по ним ведется расчет экспериментального значения сопротивления теплопередаче и его расчетного значения. Таким образом достигается повышение точности получаемых теплотехнических характеристик. [7]

Также существует патент на более функциональное устройство, которое представляет собой раму – каркас в виде пространственной угловой фигуры с теплоизолирующим элементами, нагревательными элементами и измерителем теплового потока, при помощи которой можно проводить измерения не локального участка ограждающей конструкции, а всего объема помещения. Главным достоинством является возможность проведения натурных измерений в летний период времени. [8]

С зарубежными нормативными документами обстоит такая же ситуация: при большом объеме строительства и ввода зданий с остекленными ограждающими конструкциями отсутствуют процедуры по экспериментальной оценке их теплотехнических характеристик.

Например, зарубежный нормативный документ ISO 9869-1 имеет схожую с ГОСТ Р 56623 и ГОСТ Р 59939 методику оценки фактического значения теплопроводности ограждающей конструкции в натурных условиях для непрозрачных ограждающих конструкций и основывается на измерении теплового потока и температур внутреннего и наружного воздуха

В настоящее время при отсутствии необходимой технической документации ведется адаптация стандартных методов по определению фактического сопротивления теплопередаче непрозрачных конструкций под фасады со структурным остеклением.

Так, исследователями был адаптирован метод по ISO 9869-1, который состоял из процессов определения системы остекления и эталонных параметров, определения расположения датчиков и расчета проводимости в ночное время, анализа погрешностей и возможных ошибок при измерении температур и теплового потока с использованием метода Монте-Карло, а также анализа чувствительности к условиям измерения и погрешностям датчиков.

Целью работы являлось достижение значения общего уровня погрешностей при измерении теплопроводности остекленных фасадов в натурных условиях в 14%, как это требует ISO 9869-1, и что является приемлемым для остекленных элементов.

Были рассмотрены и определены пороговые значения основных факторов, которые влияют на достоверность измерений: точность датчиков, разница температур наружного и внутреннего воздуха по всей площади остекления и продолжительность измерений.

По результатам эксперимента были сделаны следующие выводы. Во-первых, для измерения более высокой проводимости требуется меньший температурный градиент с сопоставимой погрешностью, чем для измерения более низкой проводимости. То есть, чтобы достичь погрешности в 14% для стеклопакета с проводимостью 2,0 Вт/м^2·К требуется температурный градиент примерно в 4,0 К, а для стеклопакета с проводимостью 0,5 Вт/м^2·К – в 7,0 К. Таким образом, при меньшем тепловом потоке погрешности измерителя теплового потока оказывают большее влияние. Для получения достаточно точных результатов крайне важно обеспечить достаточный температурный градиент между внутренней и внешней поверхностями – не менее 5 К.

Во-вторых, для датчиков температуры систематическая погрешность должна быть ниже 0,15 К, чтобы значение погрешности не превышало 14 %, при условии, что остальные параметры остаются неизменными. А для датчиков теплового потока систематическая погрешность не должна превышать 9%.

В-третьих, для уменьшения влияния случайных погрешностей и уровня шума, необходимо увеличить количество измерений.

В-четвертых, для остекленных элементов продолжительность измерений можно существенно уменьшить: вместо 72 часов будет достаточно около 6 часов (измерение в ночное время) при соблюдении погрешности в 14%. [9]

Стоит отметить, что конкретный период для измерения теплотехнических характеристик в данной работе не уточняется, но подразумевается, что он применяется для зимнего периода и для регионов с мягким климатом.

Выводы

Общим недостатком натурных испытаний для любых видов ограждающих конструкций является требование о проведении испытаний в зимний период года или отопительный период. Это накладывает большое ограничение в процессе обследования зданий, что в последствии может отразиться на экономических затратах.

Существующие методы, отраженные в нормативных и научных работах, по большей части представлены для непрозрачных многослойных ограждающих конструкций. В то же время для светопрозрачных остекленных конструкций существующая опытная экспериментальная база несовершенна и не позволяет понять все особенности измерения тепловых характеристик. Это касается как отечественного опыта, так и зарубежного.

На данный момент ведется адаптация нормативных документов по определению теплотехнических характеристик непрозрачных ограждающих конструкций к светопрозрачным конструкциям. Существуют патенты на изобретения, позволяющие определить теплотехнические характеристики в теплый период года.

Несмотря на распространенность светопрозрачных и фасадных конструкций с элементами остекления, остается открытым вопрос определения их теплотехнических характеристик в натурных условиях в теплый период года.

Литература

1. ГОСТ Р 56623-2015. Контроль неразрушающий. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций : национальный стандарт : дата введения 2016-06-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ 2019 – 16 с.
2. Song, A., Kim, Y., Hwang, S., Shin, M., & Lee, S. (2024). A Comprehensive Review of Thermal Transmittance Assessments of Building Envelopes. Buildings, 14(10), 3304. https://doi.org/10.3390/buildings14103304
3. ГОСТ Р 59939. Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче в натурных условиях : национальный стандарт : дата введения 2021-12-07 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Российский институт стандартизации 2022 – 24 с.
4. ГОСТ Р 54858. Конструкции фасадные светопрозрачные. Метод определения приведенного сопротивления теплопередаче : национальный стандарт : дата введения 2012-07-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ 2012 – 37 с.
5. ГОСТ 26602.1. Блоки оконные и дверные. Методы определения сопротивления теплопередаче : межгосударственный стандарт : дата введения 2024-09-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Российский институт стандартизации 2023 – 14 с.
6. ГОСТ EN 675. Стекло и изделия из него. Методы определения тепловых характеристик. Определение сопротивления теплопередаче методом измерения теплового потока: межгосударственный стандарт : дата введения 2016-04-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ 2015 – 15 с
7. Патент № 2835991 C1 Российская Федерация, МПК G01N 25/18. Способ определения сопротивления теплопередаче стены здания : № 2024111180 : заявл. 23.04.2024 : опубл.07.03.2025 / К.П. Зубарев, З.Р. Алиханова; заявитель, патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет" (НИУ МГСУ)
8. Патент № 146590 РФ. МПК G01N 25/28. Устройство определения приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций в летний период: № 2014124421/28 : заявл. 16.06.2014 : опубл.10.10.2014 / С.Г. Головнев, К.М. Мозгалев, А.Е. Русанов; заявитель, патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южно-Уральский государственный университет" (национальный исследовательский университет) (ФГБОУ ВПО "ЮУрГУ" (НИУ))
9. Gazzin, R.; De Michele, G.; Pernigotto, G.; Gasparella, A.; Garay-Martinez, R. Sensitivity Analysis of the Uncertainty of the Heat-Flux Method for In-Situ Thermal Conductance Assessment in Glazed Façades. Buildings 2025, 15, 3504. https://doi.org/10.3390/buildings15193504

Analysis of Domestic and International Experience in Determining Thermal Performance of Translucent Enclosing Structures in Warm Seasons

Kashurkin A.Yu., Kozlov V.V.

Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN)

JEL classification: L61, L74, R53

This article analyzes existing methods for determining the thermal performance of enclosing structures, particularly translucent structures (TSS), during in-kind testing. Domestic and international scientific and technical literature on this topic is reviewed. Despite the widespread use of TSSs and façade systems with glazing elements, existing methods for determining thermal performance in in-kind conditions are imperfect. Regulatory requirements focus on determining thermal performance both in climatic chambers and in-kind conditions during the winter, which imposes significant limitations and entails labor and economic costs. The development of methods aimed at establishing thermal performance directly on-site during the warm season is currently relevant.

Keywords: actual heat transfer resistance, translucent structures, in-kind testing, warm season.

References

1. GOST R 56623-2015. Non-destructive testing. Method for determining the heat-transfer resistance of enclosing structures: national standard: introduction date 2016-06-01 / Federal Agency for Technical Regulation. - Official ed. - Moscow: Standartin-form 2019 - 16 p.
2. Song, A., Kim, Y., Hwang, S., Shin, M., & Lee, S. (2024). A Comprehensive Review of Thermal Transmittance Assessments of Building Envelopes. Buildings, 14(10), 3304. https://doi.org/10.3390/buildings14103304
3. GOST R 59939. Buildings and Structures. Method for determining heat-transfer resistance under natural conditions: national standard: date of introduction 2021-12-07 / Federal Agency for Technical Regulation. – Official ed. – Moscow: Russian Institute of Standardization 2022 – 24 p.
4. GOST R 54858. Translucent facade structures. Method for determining the reduced heat-transfer resistance: national standard: date of introduction 2012-07-01 / Federal Agency for Technical Regulation. – Official ed. – Moscow: Standartinform 2012 – 37 p.
5. GOST 26602.1. Window and door units. Methods for determining heat-transfer resistance: interstate standard: date of introduction 2024-09-01 / Federal Agency for Technical Regulation. – Official ed. Official. – Moscow: Russian Institute of Standardization, 2023, 14 p.
6. GOST EN 675. Glass and glass products. Methods for determining thermal characteristics. Determination of heat-transfer resistance by measuring the heat flux: interstate standard: date of introduction 2016-04-01 / Federal Agency for Technical Regulation. – Official ed. – Moscow: Standartinform, 2015 – 15 p.
7. Patent No. 2835991 C1 Russian Federation, IPC G01N 25/18. Method for determining heat-transfer resistance of a building wall: No. 2024111180: declared 23.04.2024: published 07.03.2025 / K.P. Zubarev, Z.R. Alikhanova; Applicant, patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering" (NRU MGSU)
8. Russian Federation Patent No. 146590. IPC G01N 25/28. Device for determining the reduced heat-transfer resistance of external enclosing structures in summer: No. 2014124421/28: declared 16.06.2014: published 10.10.2014 / S.G. Golovnev, K.M. Mozgalev, A.E. Rusanov; applicant, patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "South Ural State University" (National Research University) (FGBOU HPE "SUSU" (NRU))
9. Gazzin, R.; De Michele, G.; Pernigotto, G.; Gasparella, A.; Garay-Martinez, R. Sensitivity Analysis of the Uncertainty of the Heat-Flux Method for In-Situ Thermal Conductance Assessment in Glazed Façades. Buildings 2025, 15, 3504. https://doi.org/10.3390/buildings15193504

Анализ отечественного опыта архитектурного формирования многофункциональных центров в арктических регионах

Кутишенко Никита Александрович
аспирант, Московский архитектурный институт (МАРХИ), nik.kut2019@bk.ru

В статье рассмотрен российский опыт проектирования и строительства многофункциональных центров в условиях Арктики. Актуальность темы обусловлена необходимостью создания комфортной среды обитания в северных регионах для снижения оттока населения и поддержки социально-экономического развития Арктики. В основном разделе проанализированы примеры реализованных проектов многофункциональных центров (как гражданских, так и ведомственных), рассмотрены их архитектурно-градостроительные и технологические особенности: компактная планировка, принцип «города под одной крышей», энергоэффективные конструктивные решения, адаптация к вечной мерзлоте и полярному климату. Особое внимание уделено учёту местных условий и потребностей коренных жителей при формировании общественных пространств. Выявлены проблемы и ограничения, с которыми сталкивались при реализации проектов: высокая стоимость и сложная логистика строительства в Арктике, недостаточная нормативная база и износ существующего жилья.

Ключевые слова: Арктика. архитектура. многофункциональные центры. Крайний Север. энергоэффективность. социокультурные факторы, устойчивое развитие.

Арктические регионы России характеризуются экстремальными природно-климатическими условиями, разбросанностью населённых пунктов и унаследованной от советского периода монофункциональной инфраструктурой, ориентированной главным образом на добычу ресурсов[5]. После 1990-х годов наблюдается значительный отток населения из северных территорий – численность жителей многих арктических поселений сократилась вдвое[6]. Одной из причин является низкое качество городской среды и недостаток социальных удобств: устаревший жилой фонд, отсутствующая или плохо развита культурно-досуговая инфраструктура, климатические трудности в повседневной жизни. Для привлечения и удержания молодых специалистов на Севере необходимо создавать комфортные условия проживания[2]. Президентом России поставлена прямая задача – обеспечить на Севере появление социальных многофункциональных центров с учреждениями культуры, медицины и образования под одной крышей[7]. Такая интегрированная инфраструктура должна повысить качество жизни в Арктике и снизить миграционный отток, обеспечивая людям доступ к различным услугам в едином пространстве даже в суровом климате.

Отечественная практика уже накопила ряд примеров многофункциональных центров и комплексов, построенных или спроектированных для арктических условий. Эти проекты разнообразны по своему назначению – от жилых поселков для рабочих до общественных культурно-спортивных центров – но их объединяет стремление объединить под одной крышей различные функции, необходимые в отдалённых северных районах.

Один из показательных примеров – автономный жилой комплекс на месторождении Маят компании «Алмазы Анабара» в Анабарском улусе Якутии[9]. Этот круглогодичный вахтовый городок получил в народе название «Пентагон» за свою пятиугольную форму и включает в себя полный набор помещений для жизни и отдыха 500–600 человек: жилые комнаты, столовую, спортивный зал, душевые и прачечные, а также собственный культурно-развлекательный центр[9]. По сути, под одной крышей собраны все необходимые функции жизнеобеспечения. Опыт «Пентагона» демонстрирует эффективность принципа компактного многофункционального дома, позволяющего людям жить и работать в комфортных условиях даже при экстремально низких температурах за окном. Построенный в 2015 году из современных деревянных панелей, комплекс был возведён в короткие сроки и доказал свою надёжность в условиях Крайнего Севера[10]. Такой формат вахтового посёлка позволяет минимизировать необходимость покидать тёплое помещение: после смены работники могут сразу перейти в столовую или спортзал, не выходя на мороз.

Уникальный пример советского периода – система жилых домов в городе Удачный, связанная закрытыми надземными переходами. В 1970-е годы в этом северном городе панельные жилые здания соединили отапливаемыми галереями, образовав единый «пешеходный» контур, по которому жители могли перемещаться зимой, практически не выходя наружу[11]. Этот экспериментальный проект «города под крышей» был единственным подобным реализованным решением в СССР[11]. Жилые кварталы Удачного фактически превратились в многофункциональный комплекс: внутри связанной системы зданий разместились не только квартиры, но и общественные помещения – магазины, библиотека, бытовые службы. Опыт Удачного показывает, что даже существующие разрозненные здания можно интегрировать тёплыми переходами, создав комфортное внутреннее пространство, защищённое от суровой погоды. Сегодня этот советский опыт привлекает внимание как прототип для новых проектов, поскольку аналогичные концепции предлагались и за рубежом (например, проект крытого города Фробишер-Бей в Канаде на 4500 жителей), но за пределами СССР они так и не были воплощены из-за огромной стоимости[3].

В 2010-х годах в высокоширотной Арктике на островах Земля Франца-Иосифа и Новосибирских островах были построены уникальные военные городки – автономные многофункциональные комплексы, известные как «Арктический трилистник» (арх. Земля Александры) и «Северный клевер» (о. Котельный). Эти объекты предназначены для проживания и службы военнослужащих, однако их архитектурная организация представляет большой интерес. Комплексы выполнены по схеме замкнутого трёхлучевого корпуса с центральным атриумом под стеклянным куполом[12]. Лучи-транспортные коридоры соединяют жилые, служебные,

технические и досуговые помещения, образуя единый блок, защищённый от внешней среды. Полная автономность достигается за счёт собственных энергогенерирующих установок, систем водоочистки и запасов продовольствия. Хотя эти базы относятся к военной инфраструктуре, они служат прототипами для гражданского строительства: профессор Т. Корнилов отмечает, что по аналогичной кластерной схеме с атриумом целесообразно проектировать и арктические посёлки – строить «большие дома», где под одной крышей сосредоточено всё необходимое[12]. Опыт этих объектов подтвердил, что даже в полярной ночи и 40-градусные морозы люди могут комфортно существовать внутри хорошо спроектированного комплекса, не выходя наружу.

В последние годы инициируются проекты создания многофункциональных общественных центров в небольших населённых пунктах Арктики. Например, в рамках долгосрочных планов развития опорных пунктов Арктической зоны запланировано строительство культурно-досугового центра со спортивным залом в посёлке Диксон (Красноярский край) в 2028–2030 гг.[13], а также многофункционального центра спорта и культуры в селе Найба (Республика Саха (Якутия)) к 2032–2034 гг.[14]. Эти центры призваны объединить под одной крышей клуб, библиотеку, спортивные секции, возможно – фельдшерский пункт и другие службы, обеспечивая малочисленному населению доступ к основным социальным услугам. Примером реализованного подобного объекта вне Арктики, но в схожих условиях, может служить открытое в 2025 году многофункциональное общественное пространство «Хии Морин» в селе Бурятии – победитель конкурса лучших проектов комфортной городской среды[15]. В арктических же регионах подобные проекты пока находятся на стадии планирования, однако их поддержка на высшем уровне (через поручения президента) свидетельствует о высокой приоритетности темы. Можно ожидать, что в ближайшие годы сеть таких центров начнёт формироваться по всей Арктике, адаптируясь к местной специфике каждого региона.

Отдельно стоит упомянуть инициативы, комбинирующие научные и туристические функции. Так, национальный парк «Русская Арктика» (Архангельская обл.) разработал проект многофункционального арктического комплекса на мысе Желания (север Новой Земли) для размещения учёных и путешественников. Планируемый центр включает экспансию существующей научной базы (вместимость увеличена вдвое) и строительство новых объектов: отапливаемого жилого корпуса на 50 мест, гаража для техники, хозяйственных блоков, двух вертолётных площадок, склада горючего и диспетчерского пункта. Предполагается, что комплекс станет опорной базой международного уровня для исследований Арктики и одновременно облегчит развитие экологического туризма, делая удалённые территории более доступными. Уже на этапе модернизации базы на мысе Желания внедряются инновационные решения – например, системы альтернативной энергетики: солнечные панели сейчас покрывают значительную часть потребностей станции в электричестве, позволяя до середины августа обходиться почти без дизель-генераторов. Это показывает, что многофункциональные центры могут быть не только потребителями, но и производителями энергии, используя возобновляемые источники даже в условиях короткого полярного лета. Проект на Новой Земле также подчёркивает важность логистической самостоятельности: наличие вертолётных площадок и склада ГСМ обеспечит круглогодичную связь и снабжение комплекса без зависимости от редких морских рейсов. Такой научно-туристический МФЦ станет важным шагом в освоении высокоширотных островных территорий, сочетая в себе функции лаборатории, обсерватории, гостиницы и музея природы.

Перечисленные примеры демонстрируют, что в российской практике складывается понимание: многофункциональные центры в Арктике – это эффективный способ сконцентрировать ресурсы и услуги, создать очаги цивилизации в суровых условиях Крайнего Севера. Будь то жилой комплекс для рабочих, военная база или общественный центр в поселке – в основе всех проектов лежит идея объединения: людей, функций и технологий – под одной защищающей от холода оболочкой. Далее рассмотрим, какими архитектурно-градостроительными приёмами достигается эта цель и какие особенности необходимо учитывать при проектировании подобных комплексов.

Подводя итог, архитектурно-технологический облик современных арктических МФЦ можно описать следующими чертами: монолитно-каркасные или модульные здания с усиленной тепловой защитой; атриумные пространства и крытые дворы, обеспечивающие внутренний комфорт; гибридные энергетические системы и запасы ресурсов для автономности; компактная планировка с внутренними связями (галереями) между функциональными зонами; конструкции и материалы, рассчитанные на экстремальные морозы и ветер. Все это формирует новую типологию арктической архитектуры – от жилых комплексов до общественных центров, – которая уже апробируется на практике.

В заключение, подчеркнём, что развитие многофункциональных центров в арктических регионах – это не разовая кампания, а долгосрочная стратегия, направленная на устойчивое обустройство Арктики для людей. Современная российская архитектурно-строительная практика в условиях Севера базируется на богатом наследии (от арктического градостроительства советского периода до уникальных инновационных объектов последнего десятилетия) и движется вперёд, опираясь на науку и запросы общества. Реализация новых проектов МФЦ, поддержанная государством и местными сообществами, позволит создать в Арктике комфортную среду, сравнимую с южными регионами, и тем самым откроет новые возможности для жизни и работы в высоких широтах. Формирование системы таких центров – важный шаг к тому, чтобы слоган «Арктика – комфортный дом» стал реальностью, а не только амбициозной целью программ развития. Как отмечают региональные лидеры, главная задача сегодня – обеспечить качество жизни и инфраструктуру на Севере, и многофункциональные центры выступают одним из ключевых инструментов её решения.

Литература

1. Ламехова Н. В., Меренков А. В., Янковская Ю. С. Формирование комфортной архитектурной среды многофункциональных комплексов для условий Крайнего Севера и Арктики // Жилищное строительство. 2025. № 1–2. С. 47–52. DOI: 10.31659/0044-4472-2025-1-2-47-52.
2. Перов Ф. В., Лавров Л. П., Мангушев Р. А., Пухаренко Ю. В. Развитие советских городов Арктики на основе полицентризма и сохранения идентичности // Жилищное строительство. 2025. № 1–2. С. 20–27. DOI: 10.31659/0044-4472-2025-1-2-20-27.
3. Савинова В. А. Методы организации архитектурной среды в экстремальных условиях Арктики // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2022. № 1(52). С. 45–50. DOI: 10.25628/UNIIP.2022.52.1.008.
4. Савинова В. А. Типология научно-исследовательских объектов в полярных регионах // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 2. С. 97–107. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-97-107.
5. Янковская Ю. С., Меренков А. В. Арктика. Проблемы и перспективы градостроительного развития и формирования комфортной среды // Архитектон: известия вузов. 2023. № 3(83). DOI: 10.47055/19904126_2023_3(83)_18.
6. Меренков А. В., Янковская Ю. С. Арктика. Опыт экспериментального проектирования в контексте «зелёной архитектуры» // Архитектон: известия вузов. 2021. № 1(73). С. 1–13. DOI: 10.47055/1990-4126-2021-1(73)-5.
7. Барчугова Е. В., Габитов С. Т. Реновация арктического субцентра на примере г. Дудинка // Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). 2022. № 2(59). С. 111–128. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128.
8. Винницкий М. В. Подходы к организации архитектурно-градостроительной среды в суровых условиях северных регионов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2023. № 3(58). С. 37–43. DOI: 10.25628/UNIIP.2023.58.3.006.
9. Kornilov T. A., Fedotov P. A., Kornilov A. T. Reducing the influence of thermal bridges in the basement slab of cast-in-situ frame buildings in extremely cold regions // Architecture and Engineering. 2024. Vol. 9, No. 3. P. 39–52. DOI: 10.23968/2500-0055-2024-9-3-39-52.
10. Прокопова С. М. Адаптация или имитация: поиск комфортной среды арктических городов // Городские исследования и практики. 2025. Т. 10, № 1. С. 68–86. DOI: 10.17323/usp101202568-86
11. Арктические опыты [Электронный ресурс] // Archi.ru. 03.08.2021. URL: https://archi.ru/russia/94049/arkticheskie-opyty (дата обращения: 26.09.2025).
12. Указ Президента РФ от 05.03.2020 № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента России. URL: https://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/f8ZpjhpAaQ0WB1zjywN04OgKiI1mAvaM.pdf (дата обращения: 26.09.2025).
13. Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202010260033 (дата обращения: 26.09.2025).
14. СП 25.13330.2020 «СНиП 2.02.04-88* Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [Электронный ресурс]. Утв. приказом Минстроя России от 30.12.2020 № 887/пр. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/117292/ (дата обращения: 26.09.2025).

15. СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» [Электронный ресурс]. Утв. приказом Минстроя России от 24.12.2020 № 859/пр (с изм.). URL: https://docs.cntd.ru/document/573659358 (дата обращения: 26.09.2025).

Analysis of the domestic experience in the architectural development of multifunctional centers in arctic regions

Kutishenko N.A.
Moscow Architectural Institute (MARCHI)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the Russian experience in designing and constructing multifunctional centers in Arctic conditions. The relevance of this topic is driven by the need to create a comfortable living environment in northern regions to reduce population outflow and support socio-economic development of the Arctic. The main section analyzes examples of implemented multifunctional center projects (both civil and institutional) and examines their architectural, urban planning, and technological features: compact layouts, the "city under one roof" principle, energy-efficient structural solutions, and adaptation to permafrost and polar climate. Special attention is paid to considering local conditions and indigenous needs in shaping public spaces. The study highlights problems and limitations encountered during project implementation: high costs and complex logistics of Arctic construction, insufficient regulatory frameworks, and deterioration of existing housing stock.

Keywords: Arctic. architecture. multifunctional centers. Far North. energy efficiency. sociocultural factors, sustainable development.

References

1. Lamekhova N. V., Merenkov A. V., Yankovskaya Yu. S. Formation of a comfortable architectural environment for multifunctional complexes in the Far North and Arctic // Housing Construction. 2025. No. 1–2. P. 47–52. DOI: 10.31659/0044-4472-2025-1-2-47-52.
2. Perov F. V., Lavrov L. P., Mangushev R. A., Pukharenko Yu. V. Development of Soviet Arctic cities based on polycentrism and identity preservation // Housing Construction. 2025. No. 1–2. P. 20–27. DOI: 10.31659/0044-4472-2025-1-2-20-27.
3. Savinova V. A. Methods of organizing the architectural environment in extreme Arctic conditions // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. 2022. No. 1(52). P. 45–50. DOI: 10.25628/UNIIP.2022.52.1.008.
4. Savinova V. A. Typology of research facilities in polar regions // Academia. Architecture and Construction. 2023. No. 2. P. 97–107. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-97-107.
5. Yankovskaya Yu. S., Merenkov A. V. The Arctic. Problems and prospects of urban development and the formation of a comfortable environment // Architecton: Proceedings of Higher Education Institutions. 2023. No. 3(83). DOI: 10.47055/19904126_2023_3(83)_18.
6. Merenkov A. V., Yankovskaya Yu. S. The Arctic: Experimental design experience in the context of "green architecture" // Architecton: Proceedings of Higher Education Institutions. 2021. No. 1(73). Pp. 1–13. DOI: 10.47055/1990-4126-2021-1(73)-5.
7. Barchugova E. V., Gabitov S. T. Renovation of an Arctic sub-center: The case of Dudinka // Architecture and Modern Information Technologies (AMIT). 2022. No. 2(59). Pp. 111–128. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128.
8. Vinnitskiy M. V. Approaches to organizing the architectural and urban environment in the harsh conditions of northern regions // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. 2023. No. 3(58). Pp. 37–43. DOI: 10.25628/UNIIP.2023.58.3.006.
9. Kornilov T. A., Fedotov P. A., Kornilov A. T. Reducing the influence of thermal bridges in the basement slab of cast-in-situ frame buildings in extremely cold regions // Architecture and Engineering. 2024. Vol. 9, No. 3. Pp. 39–52. DOI: 10.23968/2500-0055-2024-9-3-39-52.
10. Prokopova S. M. Adaptation or Imitation: Seeking a Comfortable Environment in Arctic Cities // Urban Studies and Practices. 2025. Vol. 10, No. 1. P. 68–86. DOI: 10.17323/usp101202568-86
11. Arctic Experiments [Electronic resource] // Archi.ru. August 3, 2021. URL: https://archi.ru/russia/94049/arkticheskie-opyty (accessed: September 26, 2025).
12. Decree of the President of the Russian Federation No. 164 dated March 5, 2020, "On the Fundamentals of State Policy of the Russian Federation in the Arctic for the Period up to 2035" [Electronic resource] // Official Website of the President of Russia. URL: https://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/f8ZpjhpAaQ0WB1zjywN04OgKiI1mAvaM.pdf (accessed: September 26, 2025).
13. Decree of the President of the Russian Federation No. 645 dated October 26, 2020, "On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and Ensuring National Security for the Period up to 2035" [Electronic resource] // Official Internet Portal of Legal Information. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202010260033 (accessed: September 26, 2025).
14. SP 25.13330.2020 "SNiP 2.02.04-88* Bases and Foundations on Permafrost Soils" [Electronic resource]. Approved... Order of the Ministry of Construction of Russia No. 887/pr dated December 30, 2020. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/117292/ (accessed: September 26, 2025).
15. SP 131.13330.2020 "SNiP 23-01-99* Construction Climatology" [Electronic resource]. Approved by Order of the Ministry of Construction of Russia No. 859/pr dated December 24, 2020 (as amended). URL: https://docs.cntd.ru/document/573659358 (accessed: September 26, 2025).

Особенности размещения модульной инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях при минимизации воздействия на почвенный покров

Луков Алексей Владимирович
к.т.н., доцент, кафедра «Испытаний сооружений», НИУ МГСУ,
vokul@yandex.ru,

Оберюхтин Ярослав Максимович
магистр, bitcoin-i@mail.ru

В статье рассматривается проблема размещения модульной туристской инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях при условии минимизации воздействия на почвенный покров. Актуальность темы связана с развитием экологического туризма, ростом интереса к кемпингам и глэмпингам, а также необходимостью создания базовых и коммерческих объектов обслуживания без нарушения природоохранного режима. Особое внимание уделено влиянию строительных работ на почву, поскольку устройство основания связано с локальной выемкой грунта, уплотнением, изменением водного режима и риском повреждения растительности. Рассмотрены облегчённые фундаментные решения, точечные бетонные опоры, регулируемые элементы, фундаментные блоки и свайные системы. Показано, что понятие нулевого воздействия не может пониматься буквально, так как любое строительство предполагает контакт сооружения с природной территорией. Более корректным является подход, при котором воздействие сводится к минимально возможному уровню за счёт локальных, обратимых и технологически щадящих решений. Сделан вывод о том, что модульная инфраструктура может быть совместима с режимом ООПТ при условии инженерного обоснования фундамента, ограничения площади строительного вмешательства и последующего мониторинга состояния почвы.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории, экологический туризм, модульные здания, кемпинг, глэмпинг, почвенный покров, фундамент, свайный фундамент, минимизация воздействия, природоохранное строительство.

Развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях требует нового подхода к созданию туристской инфраструктуры. Природные территории всё чаще рассматриваются не только как объекты охраны, но и как пространства регулируемого посещения, экологического просвещения и организованного отдыха. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ закрепляет особый режим охраны таких территорий, а значит, любое строительство должно соотноситься с природоохранными задачами и ограничениями [1].

Полный отказ от инфраструктуры не всегда снижает антропогенную нагрузку. При отсутствии организованных маршрутов, настилов, санитарных зон, мест размещения и навигации посетители начинают использовать территорию стихийно. В результате усиливается вытаптывание растительности, появляются несанкционированные тропы, возрастает риск загрязнения почвы и водных объектов. По этой причине задача заключается не в механическом запрете инфраструктуры, а в выборе таких решений, которые позволяют управлять туристским потоком и одновременно сохранять природную основу территории.

Кемпинги, глэмпинги, санитарные блоки, малые сервисные павильоны и визит-центры могут выполнять важную организационную функцию. Они задают точки пребывания, концентрируют нагрузку на заранее выбранных участках и уменьшают хаотичное воздействие на окружающую среду. При этом подобные объекты должны быть компактными, энергоэффективными, технологически простыми в монтаже и по возможности обратимыми.

Модульное строительство в таких условиях приобретает особое значение. Его преимущество состоит в высокой заводской готовности, сокращении сроков работ на площадке, уменьшении объёма мокрых процессов и возможности демонтажа. Однако экологическая оценка модульного объекта не может ограничиваться самим зданием. Даже лёгкий модуль требует основания, а фундаментная часть становится одним из главных факторов воздействия на почвенный покров.

Цель статьи состоит в анализе фундаментных решений, позволяющих размещать модульную инфраструктуру экологического туризма на ООПТ с минимальным воздействием на почву и природную среду.

Для достижения цели рассматриваются три задачи. Первая связана с определением специфики туристского строительства на ООПТ. Вторая направлена на раскрытие основных видов воздействия строительства на почвенный покров. Третья состоит в сравнении фундаментных решений, применимых для модульных объектов в природоохранных условиях.

Специфика туристского строительства на особо охраняемых природных территориях

Туристская инфраструктура на ООПТ не может формироваться по логике обычного коммерческого освоения. В городских и пригородных условиях строительство чаще оценивается через доступность участка, стоимость работ, транспортную обеспеченность и потребительский спрос. На природоохранных территориях эти критерии сохраняют значение, но не являются главными. Приоритет получает соответствие режиму охраны, функциональному зонированию и допустимой рекреационной нагрузке.

Экологический туризм по ГОСТ Р 56642-2021 ориентирован на ответственное посещение природных территорий, сохранение природной среды и экологическое просвещение [3]. Следовательно, инфраструктура в таком формате должна не просто обслуживать туриста, а помогать снижать неорганизованное воздействие. Экологическая тропа направляет движение людей. Смотровая площадка предотвращает выход посетителей на уязвимые участки. Санитарный модуль уменьшает риск загрязнения. Гостевой модуль или глэмпинг в разрешённой зоне может быть безопаснее для территории, чем стихийная палаточная стоянка без контроля.

Для ООПТ особенно важен принцип достаточности. Инфраструктуры должно быть столько, сколько необходимо для безопасного и управляемого пребывания посетителей. Избыточная застройка разрушает смысл экологического туризма, но её отсутствие часто приводит к неуправляемой нагрузке. Оптимальная модель находится между этими крайностями. Она предполагает компактное размещение объектов, ограничение строительного пятна, отказ от чрезмерной планировки рельефа

и применение конструкций, которые можно демонтировать без длительного следа на территории.

Модульные здания соответствуют этой логике лучше многих капитальных решений. Основные строительные операции выполняются вне природной площадки, а на участок поступает готовый или почти готовый блок. Это сокращает время присутствия рабочих и техники, снижает объём строительных отходов и уменьшает потребность в складировании материалов. Для труднодоступных природных территорий такой подход особенно ценен.

При этом модульность не равна экологичности автоматически. Если здание устанавливается на массивную плиту, требует сплошного снятия почвенного слоя, глубокой выемки грунта или тяжёлой техники, его природоохранные преимущества резко снижаются. Именно поэтому выбор фундамента становится центральной инженерной задачей при размещении кемпингов и глэмпингов на ООПТ.

Воздействие строительства на почвенный покров

Почва на природных территориях выполняет не только опорную, но и экологическую функцию. Она участвует в питании растений, фильтрации влаги, поддержании микробиологической активности и сохранении устойчивости локальных экосистем. Повреждение почвы редко ограничивается только местом установки объекта. Нарушение может распространяться на прилегающие участки через изменение стока, уплотнение подъездных путей, загрязнение строительными материалами и деградацию растительности.

Первый вид воздействия связан с разрушением верхнего слоя. При подготовке площадки, выемке грунта, устройстве подсыпки и перемещении техники снимается или повреждается плодородный горизонт. Для обычной стройплощадки такой процесс воспринимается как стандартный этап работ. На ООПТ он имеет гораздо более серьёзное значение, поскольку восстановление естественного почвенного слоя может занимать длительное время.

Второй вид воздействия проявляется через уплотнение. Движение техники, складирование материалов и длительное пребывание людей на одном участке уменьшают пористость грунта. В результате ухудшается воздухообмен, снижается водопроницаемость, затрудняется развитие корневых систем. На влажных участках это может приводить к застою воды, а на сухих к усилению поверхностного стока и локальной эрозии.

Третий риск связан с загрязнением. При строительстве могут использоваться цементные смеси, горюче-смазочные материалы, растворители, лакокрасочные составы, герметики и другие вещества. Даже небольшое локальное загрязнение на ООПТ может иметь заметные последствия, если оно затрагивает водотоки, почвенную биоту или корневую зону растений.

Четвёртое направление воздействия связано с изменением водного режима. Сплошные основания, плотные площадки, насыпи и траншеи способны менять направление поверхностного и внутрипочвенного стока. В одном месте возникает избыточное увлажнение, в другом грунт пересыхает. Для природной территории такие изменения опасны тем, что они постепенно меняют условия существования растительных сообществ.

Именно поэтому термин нулевое воздействие нуждается в осторожной трактовке. В буквальном смысле строительство без воздействия невозможно. Любой объект имеет массу, занимает площадь, требует доставки и обслуживания. Более корректно говорить о минимально возможном воздействии, когда каждое проектное решение оценивается через степень вмешательства в природную среду. Такой подход ближе к реальной инженерной и экологической практике.

Фундаментные решения для модульных объектов

Фундамент для модульного объекта на ООПТ должен оцениваться по нескольким параметрам одновременно. Важны несущая способность, тип грунта, уровень грунтовых вод, сезонное промерзание, масса модуля, схема опирания, возможность монтажа без тяжёлой техники и последующий демонтаж. СП 22.13330.2016 устанавливает требования к проектированию оснований зданий и сооружений в различных природных условиях [5]. Для природоохранных территорий эти требования дополняются задачей снижения вмешательства в почвенный покров.

Облегчённые фундаментные решения применяются в малоэтажном и модульном строительстве как альтернатива массивным основаниям. Их преимущество состоит в сокращении земляных работ и меньшем расходе материалов. Для ООПТ это важно, поскольку снижение объёма работ обычно означает меньшее нарушение почвы. Вместе с тем облегчённый фундамент не является универсальным решением. Его применимость зависит от состояния грунта, нагрузки от модуля и риска сезонных деформаций.

Точечные бетонные опоры являются одним из наиболее понятных решений для лёгких модульных сооружений. Они размещаются под узловыми точками конструкции и передают нагрузку локально. По сравнению со сплошной лентой или плитой такое решение уменьшает площадь контакта с грунтом. Но полностью без подготовки участка оно не обходится. Для установки опор требуется локальная выемка, устройство выравнивающей подсыпки, защита от переувлажнения и контроль отметок.

Бетонные тумбы могут использоваться для гостевых модулей малой массы, настилов, временных павильонов и отдельных сервисных объектов. Их сильная сторона заключается в простоте схемы и локальности воздействия. Ограничение связано с работой на слабых, водонасыщенных и пучинистых грунтах. Если основание неоднородно, возникает риск неравномерной осадки и перекоса модуля. На ООПТ это становится не только технической, но и экологической проблемой, поскольку последующее выравнивание потребует повторного вмешательства.

Регулируемые опоры позволяют компенсировать небольшие перепады высоты и уменьшить объём планировочных работ. Для природной территории это существенное преимущество. Не нужно полностью выравнивать площадку, снимать лишний слой грунта и формировать искусственную поверхность. Однако регулируемые элементы имеют ограничения по нагрузке, долговечности и устойчивости. Для средних и крупных модулей их применение требует расчётной проверки.

Фундаментные блоки заводского изготовления обладают большей несущей способностью, но их экологическая оценка неоднозначна. С инженерной позиции они могут быть надёжны. С природоохранной позиции их использование требует оценки массы, способа доставки, подготовки основания и возможности монтажа без значительного повреждения участка. Такие элементы целесообразны только там, где более лёгкие решения не обеспечивают требуемую устойчивость.

Свайные системы занимают особое место. СП 24.13330.2021 устанавливает требования к проектированию фундаментов из разных типов свай в различных инженерно-геологических условиях [6]. Для модульных зданий на ООПТ свайные решения привлекательны за счёт точечной передачи нагрузки и сокращения протяжённых земляных работ. Пространство между сваями остаётся открытым, а естественный водообмен нарушается меньше, чем при сплошных основаниях.

Винтовые сваи особенно интересны на участках со сложным рельефом, высоким уровнем грунтовых вод, сезонным увлажнением или слабым верхним слоем. Они позволяют передать нагрузку глубже и снизить зависимость здания от поверхностного горизонта. Но такие решения также не являются универсальными. Ограничениями выступают скальные, валунные и крупнообломочные грунты, а также условия, при которых завинчивание сваи невозможно или приводит к повреждению несущего элемента. Дополнительно необходимо учитывать коррозионную стойкость металла, глубину промерзания и устойчивость оголовков.

Сравнительная характеристика применимости фундаментных решений

Таблица 1

Сравнительная характеристика фундаментных решений для модульных объектов на ООПТ

Тип основания	Возможная область применения	Воздействие на почву	Преимущества	Ограничения
Точечные бетонные опоры	Лёгкие модули, настилы, малые павильоны	Локальное, с подготовкой отдельных точек	Простая схема, ограниченное пятно контакта	Риск осадок на слабых и пучинистых грунтах
Облегчённые блоки	Малые сервисные объекты, временные сооружения	Локальное, зависит от глубины подготовки	Удобство монтажа, заводская форма	Требуют проверки несущей способности грунта
Регулируемые опоры	Лёгкие объекты на неровном рельефе	Сниженное за счёт отказа от полной планировки	Компенсация перепадов высоты	Ограничения по нагрузке и долговечности
Заводские фундаментные блоки	Более нагруженные модульные объекты	Среднее или повышенное, зависит от подготовки	Надёжность, предсказуемая геометрия	Возможна повышенная нагрузка при доставке и монтаже
Винтовые сваи	Участки со слабым верхним слоем, сложным рельефом или сезонным увлажнением	Точечное на поверхности, глубокое локальное воздействие	Сокращение земляных работ, применимость на сложных участках	Не подходят для скальных, валунных и отдельных крупнообломочных грунтов

Для предварительного выбора основания удобно использовать сравнительный подход, в котором каждое решение оценивается не только по несущей способности, но и по характеру воздействия на почву.

Сравнение показывает, что универсального решения для всех условий не существует. Точечные опоры рациональны для лёгких объектов на устойчивых основаниях. Регулируемые системы подходят там, где важно уменьшить планировку рельефа. Свайные решения эффективны на участках, где верхний слой не обеспечивает надёжного опирания. Более массивные блоки допустимы при повышенных нагрузках, но требуют особо внимательной природоохранной оценки.

Для ООПТ нежелателен выбор фундамента только по простоте или распространённости. Простое решение может оказаться рискованным на слабом грунте. Надёжное, но чрезмерно массивное основание может создать избыточное вмешательство. Оптимальный вариант должен находиться на пересечении трёх требований. Он должен выдерживать нагрузку, соответствовать грунтовым условиям и минимально нарушать почвенный покров.

Методы снижения воздействия при строительстве модульной инфраструктуры

Минимизация воздействия начинается до монтажа. На стадии проектирования необходимо определить допустимую зону размещения объекта, проверить режим территории, оценить рельеф, состояние грунтов, близость водных объектов и наличие уязвимых растительных сообществ. СП 47.13330.2016 подчёркивает значение инженерных изысканий для строительства [10]. Для природоохранных территорий изыскания становятся не формальностью, а способом предотвратить ошибочный выбор площадки.

Первое направление снижения воздействия связано с сокращением площади строительного пятна. Объект размещается компактно, без лишней расчистки и без устройства широких временных дорог. Подъездные маршруты должны быть заранее определены, чтобы техника не двигалась хаотично.

Второе направление связано с высокой заводской готовностью модулей. Чем больше операций выполнено вне природной территории, тем меньше отходов, шума, пыли и временного складирования возникает на площадке. Для ООПТ такой подход особенно оправдан.

Третье направление заключается в выборе обратимых оснований. Обратимость означает возможность демонтажа объекта без разрушения значительной площади участка. Точечные и свайные решения чаще соответствуют этому принципу, чем сплошные фундаменты. Но обратимость должна подтверждаться технологически, а не только декларироваться.

Четвёртое направление связано с защитой почвы во время работ. Для временного движения могут использоваться настилы, геоматериалы и ограниченные маршруты. Зоны складирования должны располагаться вне уязвимых участков. Работы желательно планировать с учётом сезонного состояния грунта, поскольку переувлажнённая почва особенно чувствительна к уплотнению.

Пятое направление связано с мониторингом. ГОСТ 31937-2011 устанавливает правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений [9], а для природных территорий к техническому контролю необходимо добавлять наблюдение за состоянием почвы и растительности. Важно отслеживать уплотнение, эрозию, застой воды, появление несанкционированных троп и повреждение растительного покрова.

Эксплуатационный этап не менее важен, чем строительство. Даже аккуратно установленный модуль может начать негативно влиять на территорию, если к нему ведут стихийные подходы, отсутствует санитарное обслуживание, неправильно организовано освещение или не контролируется поток посетителей. По этой причине экологичность модульной инфраструктуры определяется всей цепочкой решений, включая проектирование, монтаж, эксплуатацию и демонтаж.

Заключение

Размещение модульной инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях возможно только при строгом подчинении инженерных решений природоохранной логике. Кемпинги, глэмпинги, санитарные блоки и малые сервисные объекты могут снижать хаотичную нагрузку на территорию, но только в том случае, если они компактны, технологически обоснованы и размещаются с учётом режима охраны.

Наиболее чувствительным элементом выступает почвенный покров. Устройство основания связано с локальной выемкой, уплотнением, изменением водного режима и риском повреждения растительности. Поэтому фундамент становится не просто строительной деталью, а важнейшим элементом экологически ориентированного проектирования.

Точечные бетонные опоры, облегчённые блоки и регулируемые системы могут использоваться для лёгких модульных объектов на устойчивых грунтах. Свайные решения более оправданы там, где верхний слой слабый, водонасыщенный или не обеспечивает равномерного опирания. Более массивные фундаментные элементы допустимы только при наличии инженерной необходимости и при условии ограничения строительного воздействия.

Практическое значение предложенного подхода состоит в том, что выбор основания рассматривается через сочетание несущей способности, грунтовых условий, площади вмешательства, обратимости и режима эксплуатации. Такой подход позволяет развивать инфраструктуру экологического туризма без утраты главной ценности ООПТ, связанной с сохранением природных комплексов и устойчивости ландшафта.

Литература

1. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 12. Ст. 1024.
2. Федеральный закон от 24.11.1996 № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 49. Ст. 5491.
3. ГОСТ Р 56642-2021. Туристские услуги. Экологический туризм. Общие требования. М.: Росстандарт, 2021.
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. М.: Минстрой России, 2016.
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. М.: Минстрой России, 2016.
6. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. М.: Минстрой России, 2021.
7. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 2016.
8. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М.: Минстрой России, 2017.
9. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2020.
10. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2015.
11. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2014.
12. ПНСТ 759-2022. Зелёные стандарты. Технические и экологические требования к объектам инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях регионального значения. М.: Росстандарт, 2022.
13. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. СПб.: Лань, 2012. 416 с.
14. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. М.: Академия, 2013. 368 с.
15. Лазарева Н.В., Сидорова А.В. Экологический туризм как фактор устойчивого развития особо охраняемых природных территорий // Сервис в России и за рубежом. 2020. Т. 14. № 4. С. 25–37.
16. Шишкин А.И. Основания и фундаменты в малоэтажном строительстве. М.: Инфра-Инженерия, 2021. 284 с.

Features of modular infrastructure placement in protected natural areas with minimization of impact on soil cover

Lukov A.V., Oberyukhtin Ya.M.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article considers the problem of placing modular tourist infrastructure in protected natural areas while minimizing the impact on soil cover. The relevance of the topic is associated with the development of ecological tourism, the growth of campsite and glamping formats, and the need to create basic and commercial service facilities without violating the environmental protection regime. Special attention is paid to the impact of construction works on soil, since foundation installation is associated with local excavation, compaction, changes in water regime and vegetation damage. Lightweight foundations, point concrete supports, adjustable elements, foundation blocks and pile systems are considered. It is shown that zero impact cannot be understood literally, since any construction involves contact between the facility and the natural area. A more correct approach is to reduce the impact to the lowest possible level through local, reversible and technologically gentle solutions.

Keywords: protected natural areas, ecological tourism, modular buildings, campsite, glamping, soil cover, foundation, pile foundation, impact minimization, environmental construction.

References

1. Federal Law No. 33-FZ dated 14.03.1995 "On Specially Protected Natural Territories" // Collection of Legislation of the Russian Federation. 1995. No. 12. Art. 1024.
2. Federal Law No. 132-FZ dated November 24, 1996 "On the fundamentals of tourism activities in the Russian Federation" // Collection of Legislation of the Russian Federation. 1996. No. 49. St. 5491.
3. GOST R 56642-2021. Tourist services. Ecological tourism. General requirements. Moscow: Rosstandart, 2021.

4. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. Updated edition of SNiP 2.01.07-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
5. SP 22.13330.2016. Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
6. SP 24.13330.2021. Pile foundations. Updated version of SNiP 2.02.03-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2021.7.
SP 47.13330.2016. Engineering surveys for construction. Basic provisions. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
8. SP 64.13330.2017. Wooden structures. Updated edition of SNiP II-25-80. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
9. GOST 25100-2020. Soils. Classification. Moscow: Standartinform, 2020.
10. GOST 27751-2014. Reliability of building structures and foundations. Basic provisions. Moscow: Standartinform, 2015.
11. GOST 31937-2011. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Standartinform, 2014.
12. PNST 759-2022. Green standards. Technical and environmental requirements for infrastructure facilities in specially protected natural areas of regional importance. Moscow: Rosstandart, 2022.
13. Dalmatov B.I. Mechanics of soils, foundations and foundations. SPb.: Lan, 2012. 416 p.
14. Tetior A.N. Architectural and construction ecology. Moscow: Akademiya, 2013. 368 p.
15. Lazareva N.V., Sidorova A.V. Ecological tourism as a factor of sustainable development of specially protected natural territories // Service in Russia and abroad. 2020. Vol. 14. No. 4. pp. 25-37.
16. Shishkin A.I. Foundations and foundations in low-rise construction. Moscow: Infra-Engineering, 2021. 284 p.

Оптимизация выбора фундаментных решений для модульных зданий кемпингов и глэмпингов на особо охраняемых природных территориях

Луков Алексей Владимирович
к.т.н., доцент, кафедра «Испытаний сооружений», НИУ МГСУ,
vokul@yandex.ru,

Оберюхтин Ярослав Максимович
магистр, НИУ МГСУ, bitcoin-i@mail.ru

В статье рассматривается проблема выбора фундаментных решений для модульных зданий кемпингов и глэмпингов, размещаемых на особо охраняемых природных территориях. Актуальность темы связана с развитием экологического туризма, ростом спроса на малые форматы размещения и необходимостью создания инфраструктуры, не нарушающей природоохранный режим территории. Особое внимание уделено сочетанию инженерной надёжности, расчётной нагрузки, характеристик грунтов и минимизации воздействия на почвенный покров. Рассмотрены лёгкие, средние и крупные модульные здания, отличающиеся площадью, массой и количеством точек опирания. Показано, что выбор фундамента не может определяться только простотой монтажа или универсальностью конструктивного решения. Для условий ООПТ ключевое значение имеет комплексная оценка, включающая несущую способность основания, чувствительность грунта к деформациям, уровень водонасыщения, сезонное промерзание, площадь контакта с почвой и возможность последующего демонтажа. Обосновано применение матричного подхода, позволяющего сопоставлять тип модуля, группу грунта и допустимые фундаментные решения. Сделан вывод о том, что точечные, облегчённые и свайные основания могут использоваться для модульной инфраструктуры экологического туризма при условии предварительной инженерной оценки и соблюдения природоохранных ограничений.

Ключевые слова: модульные здания, кемпинг, глэмпинг, особо охраняемые природные территории, экологический туризм, фундамент, грунтовые условия, свайный фундамент, несущая способность, почвенный покров.

Введение

Развитие экологического туризма на особо охраняемых природных территориях требует поиска таких инженерных решений, которые позволяют совместить рекреационную функцию территории с её природоохранным назначением. В российском законодательстве ООПТ рассматриваются как участки земли, водной поверхности и воздушного пространства, где расположены природные комплексы и объекты, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение [1]. Такой статус предполагает особый режим использования территории, поэтому размещение туристской инфраструктуры не может строиться по обычной логике коммерческого освоения.

Кемпинги и глэмпинги становятся востребованной формой размещения в природных территориях, поскольку они позволяют организовать пребывание туристов без создания крупных капитальных объектов. Модульные здания обладают рядом преимуществ для таких условий. Они изготавливаются преимущественно вне площадки, быстро монтируются, могут иметь автономные инженерные системы и при необходимости демонтироваться. Однако экологическая приемлемость модульного объекта определяется не только самим зданием. Существенное значение имеет фундамент, поскольку именно основание формирует контакт сооружения с грунтом и влияет на степень нарушения почвенного покрова.

Проблема выбора фундамента особенно важна для ООПТ. Почва на природных территориях выполняет не только опорную, но и экологическую функцию. Она связана с растительностью, влагообменом, микробиологическими процессами и устойчивостью локальных экосистем. Ошибка при выборе основания может привести к просадкам, перекосу здания, повторным строительным работам и дополнительному повреждению участка. По этой причине фундамент для модульного объекта должен рассматриваться не как второстепенный конструктивный элемент, а как ключевая часть природосберегающего проектирования.

Цель статьи состоит в обосновании подхода к выбору фундаментных решений для модульных зданий кемпингов и глэмпингов на ООПТ с учётом нагрузки, грунтовых условий и требований минимального воздействия на почвенный покров.

Для достижения цели раскрываются три задачи. Первая связана с определением исходных параметров модульных зданий. Вторая направлена на анализ влияния грунтовых условий на выбор основания. Третья состоит в обосновании матричного подхода к подбору фундаментного решения.

Исходные параметры модульных зданий для кемпингов и глэмпингов

Модульная инфраструктура экологического туризма включает разные типы объектов. К ним относятся гостевые домики, санитарные блоки, административные модули, малые визит-центры, павильоны проката, сервисные помещения и блоки общественного назначения. Несмотря на внешнюю схожесть, эти сооружения отличаются по массе, площади, конструктивной схеме и количеству точек опирания. Именно эти параметры во многом определяют выбор фундамента.

Для предварительной инженерной оценки целесообразно разделять модульные здания на три группы. Первая группа включает лёгкие модули площадью около 15 м², которые могут использоваться как компактные гостевые домики или малые сервисные блоки. Их опирание обычно организуется по четырём точкам. Вторая группа объединяет средние модули площадью около 20 м². Они требуют более равномерного распределения нагрузки и, как правило, опираются на шесть точек. Третья группа включает крупные модули площадью около 30 м², которые могут применяться для более комфортного размещения, административных функций или комбинированного сервиса. Для таких объектов количество точек опирания обычно увеличивается до восьми и более.

Такое деление важно не только для расчёта. Оно помогает избежать ошибочного представления о модульном здании как о всегда лёгкой и простой конструкции. Даже сравнительно небольшой модуль передаёт на основание собственный вес, снеговую нагрузку, нагрузку от обвязки, инженерного оборудования и эксплуатационных элементов. В соответствии с СП 20.13330.2016 при расчёте зданий и сооружений необходимо

учитывать нагрузки и воздействия, а также их сочетания [4]. Для модульных объектов это требование сохраняет полную актуальность, поскольку временный или облегчённый характер сооружения не отменяет необходимости проверки несущей способности основания.

Полная вертикальная нагрузка формируется из нескольких составляющих. К постоянным воздействиям относится собственный вес модуля и распределительной обвязки. К временным климатическим воздействиям относится снеговая нагрузка, значение которой зависит от района строительства. Для туристских объектов на природных территориях этот фактор особенно важен, так как кемпинги и глэмпинги могут размещаться в регионах с выраженной сезонностью, значительной высотой снежного покрова и сложными подъездными условиями.

При ориентировочной оценке лёгкий модуль может передавать на основание нагрузку порядка 52 кН, средний модуль около 89 кН, крупный модуль около 148 кН. Эти значения показывают, что переход от малого объекта к крупному сопровождается существенным ростом общей нагрузки. При этом нагрузка на одну опору зависит от количества точек опирания и равномерности работы обвязки. Если схема опирания выбрана неудачно, отдельные опоры могут воспринимать повышенные усилия, что приводит к локальным деформациям и риску перекоса здания.

Для ООПТ особенно опасны не только предельные разрушения, но и малые деформации, которые нарушают эксплуатацию объекта. Незначительная неравномерная осадка может вызвать перекос дверных и оконных проёмов, деформацию инженерных соединений, нарушение герметичности и необходимость повторной регулировки. Повторные работы на природной территории снова создают нагрузку на почву, растительность и подъездные пути. Поэтому надёжность основания прямо связана с задачей минимизации воздействия.

Грунтовые условия как основа выбора фундамента

Грунтовые условия являются одним из главных факторов при выборе основания. ГОСТ 25100-2020 устанавливает классификацию грунтов, применяемую при инженерных изысканиях, проектировании и строительстве [7]. Для модульных объектов на природных территориях эта классификация имеет прикладное значение, поскольку разные грунты по-разному воспринимают нагрузку, реагируют на увлажнение, промерзание и локальное давление от опор.

Наиболее благоприятными для размещения лёгких модульных объектов обычно являются крупнообломочные грунты, плотные пески крупной и средней крупности. Они обладают относительно высокой несущей способностью, лучше воспринимают локальные нагрузки и меньше подвержены значительным сезонным деформациям. На таких основаниях при соответствующей подготовке могут применяться точечные бетонные опоры, облегчённые блоки, регулируемые элементы и свайные решения.

Мелкие и пылеватые пески требуют более осторожной оценки. Их свойства заметно зависят от влажности и плотности сложения. При повышенном водонасыщении такие грунты могут терять устойчивость, становиться более чувствительными к вибрации и локальному давлению. В подобных условиях простая установка блока на подготовленную площадку не всегда обеспечивает равномерную работу основания.

Связные грунты, включая супеси, суглинки и глины, требуют учёта пластичности, влажности и морозного пучения. При сезонном промерзании такие основания могут создавать подъёмные усилия, которые действуют на отдельные опоры неравномерно. Для модульного здания это особенно чувствительно, поскольку небольшая масса сооружения не всегда способна компенсировать пучинистые процессы. В результате возникает риск перекоса, особенно если опоры заглублены на разную величину или работают в неодинаковых условиях увлажнения.

Наиболее сложными являются органоминеральные, слабые и водонасыщенные грунты. Для них характерны низкая несущая способность, высокая сжимаемость и риск неравномерных осадок. Размещение модульных объектов на таких основаниях без специальной подготовки может привести к быстрому ухудшению эксплуатационного состояния здания. В ряде случаев более рациональным становится отказ от размещения объекта на данном участке либо применение свайных решений, передающих нагрузку на более устойчивые слои.

СП 22.13330.2016 закрепляет требования к проектированию оснований зданий и сооружений и подчёркивает необходимость учёта инженерно-геологических условий [5]. Для ООПТ это требование приобретает дополнительный природоохранный смысл. Чем точнее определены свойства грунта, тем меньше вероятность избыточного усиления фундамента или, напротив, выбора недостаточно надёжного решения. Оба варианта нежелательны. Избыточное усиление может привести к лишним земляным работам, а недостаточная надёжность создаёт риск ремонта и повторного вмешательства в участок.

Сравнение фундаментных решений для модульной инфраструктуры

Для модульных зданий кемпингов и глэмпингов могут применяться различные типы оснований. Наиболее распространёнными являются точечные бетонные опоры, облегчённые фундаментные блоки, регулируемые опоры, фундаментные элементы заводского изготовления и свайные системы. Их выбор зависит от нагрузки, грунта, рельефа, сезонности монтажа и требований к обратимости сооружения.

Точечные бетонные опоры применимы для лёгких и части средних модулей при достаточно устойчивом основании. Их преимущество состоит в локальной передаче нагрузки и сравнительно небольшой площади контакта с грунтом. Для природных территорий это важно, поскольку сплошное снятие почвенного слоя не требуется. Вместе с тем такие опоры нуждаются в подготовке основания. Обычно выполняется локальная выемка, устройство подсыпки, выравнивание и защита от переувлажнения. Если эти операции выполняются неаккуратно, природоохранное преимущество точечного решения снижается.

Облегчённые фундаментные блоки близки по логике к бетонным тумбам, но могут иметь меньшую массу, удобную геометрию и заводскую точность. Они подходят для малых модульных объектов, настилов, павильонов и временных сервисных сооружений. Их применение оправдано там, где грунт обладает достаточной несущей способностью, а здание не создаёт значительных сосредоточенных нагрузок. Ограничением остаётся чувствительность к неравномерным осадкам.

Регулируемые опоры представляют интерес для участков с небольшими перепадами рельефа. Их использование позволяет уменьшить объём планировочных работ, поскольку высота отдельных точек может корректироваться без полного выравнивания площадки. Такой подход хорошо соответствует принципу минимального вмешательства. Однако регулируемые системы имеют ограничения по нагрузке, долговечности, устойчивости и защите от коррозии. Для крупных модулей их применение требует особенно внимательной проверки.

Фундаментные блоки заводского изготовления обладают высокой несущей способностью, но в условиях ООПТ их использование должно оцениваться критически. С инженерной точки зрения они могут быть надёжными, но их доставка, монтаж и подготовка основания могут создавать повышенную нагрузку на природную территорию. Такие решения оправданы только при наличии достаточных оснований, когда более лёгкие варианты не обеспечивают требуемую устойчивость.

Свайные фундаменты занимают особое место. СП 24.13330.2021 устанавливает требования к проектированию фундаментов из разных типов свай в различных инженерно-геологических условиях [6]. Для модульных зданий на ООПТ свайные решения привлекательны тем, что позволяют передавать нагрузку через отдельные точки и уменьшать объём сплошных земляных работ. Пространство между сваями остаётся открытым, естественный водообмен нарушается меньше, а верхний почвенный слой затрагивается локально.

Винтовые сваи могут быть эффективны на участках со сложным рельефом, сезонным увлажнением, слабым верхним слоем и необходимостью быстрого монтажа. При этом они не являются универсальным решением. Ограничениями выступают крупнообломочные, валунные, скальные и некоторые переувлажнённые грунты. Дополнительно требуется проверка коррозионной стойкости, глубины погружения, расчётной нагрузки, устойчивости оголовков и работы обвязки.

Матричный подход к выбору основания

Выбор фундамента для модульного здания на ООПТ целесообразно выполнять не по одному критерию, а через систему взаимосвязанных параметров. Для этого может применяться матричный подход, в котором по одной оси учитывается тип модуля, а по другой группа грунта. Внутри матрицы фиксируются допустимые, ограниченно допустимые и недопустимые фундаментные решения.

Такой подход помогает исключить типичную ошибку, когда фундамент выбирается по внешней простоте или распространённости. Например, точечная бетонная опора может быть приемлемой для лёгкого модуля на плотном песке, но оказаться рискованной для крупного модуля на водонасыщенном суглинке. Винтовая свая может быть хорошим решением для слабого верхнего слоя, но непригодной на валунном основании. Регулируемая опора может снизить объём планировочных работ, но не подойти при значительной нагрузке.

Матричная оценка должна включать несколько критериев.

1. Несущая способность основания и отдельной опоры.
2. Допустимость применения для конкретного грунта.

3. Чувствительность к морозному пучению и водонасыщению.
4. Площадь и глубина вмешательства в почвенный слой.
5. Возможность монтажа без тяжёлой техники.
6. Обратимость решения и возможность демонтажа.
7. Риск повторных работ в период эксплуатации.
8. Соответствие природоохранным ограничениям участка.

Особое значение имеет не только площадь контакта с грунтом, но и характер воздействия. Плитное или ленточное основание может иметь большую площадь и требовать значительного объёма земляных работ. Точечная опора воздействует локально, но при слабом основании может вызвать осадку. Свая имеет небольшую площадь контакта на поверхности, но передаёт нагрузку вглубь грунтового массива. Поэтому сравнение должно учитывать не только видимую площадь, но и объём нарушенного грунта, глубину воздействия и последствия для природных процессов.

ГОСТ 27751-2014 устанавливает общие принципы обеспечения надёжности строительных конструкций и оснований [8]. В контексте модульной инфраструктуры на ООПТ надёжность следует понимать шире, чем простую способность выдержать нагрузку. Надёжное решение должно сохранять устойчивость в течение срока эксплуатации, не провоцировать повторные работы, не создавать необоснованного вмешательства в грунт и обеспечивать возможность безопасного демонтажа.

Экологический критерий при выборе фундамента

Экологический критерий не заменяет инженерный расчёт, но существенно корректирует выбор. На обычной строительной площадке приоритет часто отдаётся скорости, стоимости и технологической доступности. На ООПТ приоритет смещается к сохранению почвенного покрова, растительности, естественного стока и возможности восстановления территории после демонтажа объекта.

Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» закрепляет правовые основы туристской деятельности [2], а ГОСТ Р 56642-2021 устанавливает общие требования к экологическому туризму [3]. В совокупности эти документы задают рамку, при которой туристская инфраструктура должна соотноситься с принципами ответственного природопользования. Для фундаментов это означает отказ от избыточно массивных решений там, где можно обеспечить устойчивость более локальным способом.

Минимизация воздействия начинается ещё до монтажа. На стадии выбора площадки необходимо исключить участки с высокой природной уязвимостью, выраженным переувлажнением, риском эрозии, ценными растительными сообществами и сложными условиями подъезда. Затем проводится оценка грунта и выбирается схема опирания. Чем меньше требуется расчистка, планировка и движение техники, тем выше природоохранная эффективность проекта.

Важным условием является обратимость. Объект на ООПТ должен по возможности сохранять шанс на демонтаж без долговременного следа. Точечные и свайные решения лучше соответствуют этому принципу, чем сплошные массивные основания. Однако обратимость не должна пониматься формально. Если демонтаж сваи или блока приводит к разрушению большого участка, загрязнению или необходимости серьёзной рекультивации, такое решение нельзя считать полностью природосберегающим.

Сезонность также влияет на экологичность работ. Зимний монтаж может уменьшать повреждение отдельных участков при устойчивом промерзании грунта, но усложняет контроль качества подготовки основания. Летний монтаж удобнее для геодезии и контроля, но влажная почва и растительность в этот период более уязвимы к механическому воздействию. Поэтому календарный график работ должен подбираться с учётом типа грунта, режима территории и выбранного фундамента.

Практические рекомендации по выбору фундаментного решения

Для лёгких модульных зданий на устойчивых песчаных и крупнообломочных основаниях могут применяться точечные бетонные опоры, облегчённые блоки и регулируемые системы. В таких условиях важно обеспечить равномерность подготовки каждой точки, защиту от переувлажнения и правильную работу распределительной обвязки. Если участок имеет небольшой уклон, регулируемые элементы позволяют снизить объём планировки.

Для средних модулей требуется более внимательная проверка количества опор и нагрузки на каждую точку. Простое увеличение числа блоков не всегда решает проблему, если грунт неоднороден. В таких случаях важна единая пространственная работа обвязки, которая распределяет усилия между опорами и снижает риск локальной перегрузки.

Для крупных модульных зданий применение облегчённых решений допустимо только на основаниях с хорошими расчётными характеристиками. На слабых, пластичных или водонасыщенных грунтах предпочтение следует отдавать свайным или комбинированным системам. Такой выбор позволяет уменьшить зависимость здания от нестабильного верхнего слоя и снизить риск неравномерных осадок.

На участках с выраженным морозным пучением требуется учитывать глубину промерзания и водный режим. Неправильно выбранное мелкое основание может испытывать сезонные перемещения, особенно если разные опоры находятся в неодинаковых условиях увлажнения. Для модульного здания это опасно из-за высокой чувствительности к перекосам.

Для ООПТ нежелательны решения, требующие сплошной разработки грунта, массивной бетонной подготовки и длительного присутствия тяжёлой техники. Исключения возможны только при наличии обоснованной необходимости, когда иные варианты не обеспечивают безопасность объекта. Даже в таком случае проект должен предусматривать ограничение зоны работ, защиту почвы, контроль отходов и восстановление нарушенного участка.

Заключение

Выбор фундамента для модульных зданий кемпингов и глэмпингов на особо охраняемых природных территориях представляет собой комплексную инженерно-экологическую задачу. Модульный объект сам по себе не гарантирует минимального воздействия на природную среду. Его экологическая эффективность во многом зависит от основания, способа монтажа, площади контакта с грунтом и возможности последующего демонтажа.

Лёгкие, средние и крупные модули требуют разных схем опирания. Увеличение площади и массы здания приводит к росту полной вертикальной нагрузки, усложняет работу обвязки и повышает требования к основанию. Поэтому даже для временных и сезонных объектов необходим предварительный расчёт нагрузки и проверка грунтовых условий.

Грунт следует рассматривать как активный элемент системы «модульное здание — фундамент — природная территория». Плотные пески и крупнообломочные основания допускают более широкий набор решений. Связные, водонасыщенные, слабые и пучинистые грунты требуют осторожного подхода и часто смещают выбор в сторону свайных или комбинированных систем.

Матричный подход позволяет сопоставить тип модуля, группу грунта и допустимые фундаментные решения. Его преимущество состоит в том, что он исключает выбор только по одному признаку. Оптимальное основание должно быть достаточно надёжным, технологически выполнимым, обратимым и природоохранно оправданным.

Главный вывод состоит в том, что фундамент для модульной инфраструктуры на ООПТ должен проектироваться не как стандартная строительная деталь, а как элемент системы экологически ответственного освоения территории. При таком подходе развитие кемпингов и глэмпингов может сочетаться с сохранением почвенного покрова, природных комплексов и рекреационной ценности охраняемых территорий.

Литература

1. Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1995. № 12. Ст. 1024.
2. Федеральный закон от 24.11.1996 № 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1996. № 49. Ст. 5491.
3. ГОСТ Р 56642-2021. Туристские услуги. Экологический туризм. Общие требования. М.: Росстандарт, 2021.
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. М.: Минстрой России, 2016.
5. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. М.: Минстрой России, 2016.
6. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. М.: Минстрой России, 2021.
7. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2020.
8. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2015.
9. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2014.
10. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. М.: Минстрой России, 2016.
11. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. М.: Минстрой России, 2017.

12. ПНСТ 759-2022. Зелёные стандарты. Технические и экологические требования к объектам инфраструктуры на особо охраняемых природных территориях регионального значения. М.: Росстандарт, 2022.

13. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. М.: Академия, 2013. 368 с.

14. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. СПб.: Лань, 2012. 416 с.

Optimization of foundation solutions for modular campsite and glamping buildings in protected natural areas

Lukov A.V., Oberyukhtin Ya.M.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article considers the problem of selecting foundation solutions for modular campsite and glamping buildings located in protected natural areas. The relevance of the topic is associated with the development of ecological tourism, the growing demand for small accommodation formats and the need to create infrastructure without violating the environmental protection regime. Special attention is paid to the combination of structural reliability, design load, soil properties and minimization of impact on soil cover. Light, medium and large modular buildings are considered. The article shows that the choice of foundation cannot be based only on installation simplicity or structural universality. For protected natural areas, a comprehensive assessment is required, including bearing capacity, soil deformation sensitivity, water saturation, seasonal freezing, soil contact area and reversibility of construction. A matrix approach is substantiated for comparing module type, soil group and acceptable foundation solutions.

Keywords: modular buildings, campsite, glamping, protected natural areas, ecological tourism, foundation, soil conditions, pile foundation, bearing capacity, soil cover.

References

1. Federal Law No. 33-FZ dated 03/14/1995 "On Specially Protected Natural Territories" // Collection of Legislation of the Russian Federation. 1995. No. 12. Art. 1024.
2. Federal Law No. 132-FZ dated 11/24/1996 "On the basics of tourist activity in the Russian Federation" // Collection of Legislation of the Russian Federation. 1996. No. 49. St. 5491.
3. GOST R 56642-2021. Tourist services. Ecological tourism. General requirements. Moscow: Rosstandart, 2021.4.
SP 20.13330.2016. Loads and impacts. Updated edition of SNiP 2.01.07-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
5. SP 22.13330.2016. Foundations of buildings and structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
6. SP 24.13330.2021. Pile foundations. Updated version of SNiP 2.02.03-85. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2021.7.
GOST 25100-2020. Soils. Classification. Moscow: Standartinform, 2020.
8. GOST 27751-2014. Reliability of building structures and foundations. Basic provisions. Moscow: Standartinform, 2015.
9. GOST 31937-2011. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Standartinform, 2014.
10. SP 47.13330.2016. Engineering surveys for construction. Basic provisions. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016.
11. SP 64.13330.2017. Wooden structures. Updated edition of SNiP II-25-80. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
12. PNST 759-2022. Green standards. Technical and environmental requirements for infrastructure facilities in specially protected natural areas of regional significance. Moscow: Rosstandart, 2022.
13. Tetior A.N. Architectural and construction ecology. Moscow: Academy, 2013. 368 p.
14. Dalmatov B.I. Mechanics of soils, foundations and foundations. St. Petersburg: Lan, 2012. 416 p.

Анализ экономической эффективности теплоизоляционных материалов в ограждающих конструкциях

Малыгина Оксана Александровна
канд. техн. наук, доцент кафедры проектирования и технологии строительства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, oksalita@mail.ru,

Салуквадзе Георгий Владимирович
аспирант, кафедра ветиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, salukvadze.georg@yandex.ru

В статье представлена методика экспертной оценки экономической эффективности использования теплоизоляционных материалов в наружных ограждающих конструкциях. В основе предложенной методики лежит критерий, равный доле приведенных затрат на эксплуатацию системы отопления помещения, обусловленных тепловыми потерями за весь отопительный период и капитальными затратами на приобретение утеплителя. Для расчета тепловых потоков через стены жилых зданий использована математическая модель тепловлагопереноса в четырехслойной ограждающей конструкции, включающей внутренний штукатурный слой, материал стены, теплоизоляционный материал и наружный облицовочный слой. Выполнен анализ экономической эффективности применения типовых теплоизоляционных материалов IZOVOL, ТЕХНОФАС ПРОФ, ПЕНОПЛЕКС КОМФОРТ для жилых зданий массовой застройки в условиях эксплуатации г. Луганска.

Ключевые слова: ограждающие конструкции, тепловые потери, экономическая эффективность, коэффициент теплопроводности, коэффициент влагопроводности, теплофизические свойства, теплотехнические характеристики.
Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-19-00006, https://rscf.ru/project/26-19-00006/

Введение

Использование теплоизоляционных материалов в наружные ограждающие конструкции является ключевым фактором повышения эффективности систем отопления жилых зданий массовой застройки. Теплоизоляционный слой, введенный в структуру стены, обеспечивает необходимые теплозащитные характеристики на протяжении всего срока службы [1-4]. Эта задача приобретает особую актуальность для Луганской Народной Республики, и, в частности, для города Луганска, где значительная часть жилого фонда была возведена в советский период согласно типовым проектам и действовавшим тогда нормам.

Современный рынок строительных материалов России демонстрирует изобилие инновационных теплоизоляционных решений, способствующих существенному прогрессу в области энергосбережения [5-7]. Новые материалы отличаются повышенной энергоэффективностью, экологической безопасностью, разнообразными свойствами и текстурами. Среди ведущих российских производителей утеплителей для ограждающих конструкций выделяются «Технониколь», «Роквул», «Изорок» и «Пеноплекс». Наряду с этим, существует множество технологий утепления наружных стен, сочетающих как традиционные, так и передовые подходы, учитывающие региональные особенности и специфику зданий. В г. Луганске для утепления жилых домов массовой застройки активно применяются материалы IZOVOL, ТЕХНОФАС ПРОФ и ПЕНОПЛЕКС КОМФОРТ.

На этапе проектирования наружного утепления выбор теплоизоляционного материала определяется не только его энергоэффективностью, но и стоимостью первоначальных вложений в приобретение и монтаж [8-11].

Отечественные утеплители варьируются по цене и теплофизическим свойствам. Важно учитывать, что в процессе эксплуатации коэффициенты тепло- и влагопроводности могут существенно изменяться в зависимости от влажности утеплителя. Это, в свою очередь, влияет на теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций и требует корректировки расчетов тепловых потерь отопительных систем в течение отопительного периода. Следовательно, существует насущная потребность в разработке точной и доступной методики оценки экономической эффективности применения теплоизоляционных материалов.

Цель работы

Целью работы является разработка и апробация методики экспертной оценки экономической эффективности использования теплоизоляционных материалов в наружных ограждающих конструкциях на примере жилых зданий массовой застройки в условиях эксплуатации г. Луганска.

Материалы и результаты исследований

Оценка экономической оправданности теплозащиты зданий и их отдельных помещений традиционно опирается на анализ приведенных затрат, связанных с функционированием системы отопления. Хотя существуют разработанные методики, упростить этот процесс до сих пор не удавалось. Причина кроется в необходимости одновременного учета широкого спектра составляющих: от технических параметров отопительного оборудования и региональных климатических особенностей до специфики самого здания, а также издержек на закупку и установку теплоизоляционных материалов.

Сравнительный анализ различных утеплителей является наиболее распространенным подходом при экспертной оценке их экономической эффективности. В рамках одного региона, для зданий схожей архитектуры и при идентичных системах теплоснабжения и отопления, стоимость тепловой энергии и монтажа большинства теплоизоляционных решений остается примерно одинаковой. Это позволяет упростить критерий оценки: вместо полных приведенных затрат на эксплуатацию системы отопления, фокусироваться следует на составляющих, непосредственно связанных с тепловыми потерями за отопительный период и первоначальными инвестициями в утеплитель.

Таким образом, задача сводится к оптимизации двух ключевых компонентов: минимизации теплопотерь через ограждающие конструкции и сокращению капитальных вложений в теплоизоляцию. Такой подход делает процесс оценки более управляемым и позволяет выявить наиболее выгодные комбинации материалов и технологий для достижения максимального экономического эффекта в условиях конкретной эксплуатации.

На основании вышеизложенного имеем следующий критерий экспертной оценки экономической эффективности использования теплоизоляционных материалов

$$\Delta ПЗ = C_{mn} + E_н \cdot C_{утеп}, \quad (1)$$

где C_{mn} – годовые эксплуатационные затраты, обусловленные тепловыми потерями за отопительный период через 1 $м^2$ наружной ограждающей конструкции, *руб*/$м^2$; $E_н$=0,15 – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; $C_{утеп}$ – стоимость утеплителя, *руб*/$м^2$.

С учетом стоимости 1 *Гкал* тепловой энергии $C_{Гк}$ и переводного коэффициента для единиц измерения величину C_{mn} можно определить по выражению

$$C_{mn} = 2{,}06 \cdot 10^{-5} C_{Гк} \sum_{j=1}^{N} Q_j n_{\partial j}, \quad (2)$$

где Q_j – среднемесячные тепловые потери через 1 $м^2$ наружных ограждающих конструкций в *j*-том месяце отопительного периода; N – число месяцев отопительного периода; $n_{\partial j}$ – число отапливаемых дней в *j*-том месяце отопительного периода.

Для расчета тепловых потоков через стены зданий существует ряд известных подходов на основе моделирования процессов тепловлагопереноса в наружных ограждающих конструкциях [12-16], в том числе, и математические модели авторов [17-20]. Данные модели описывают процессы теплопроводности, конвективного теплообмена, влагопроводности и диффузии водяного пара с учетом межслойных и внешних граничных условий, а коэффициенты теплопроводности и влагопроводности теплоизоляционных материалов рассматриваются как функции переменной в процессе эксплуатации влажности.

Для расчета тепловых потоков через стены жилых зданий массовой застройки используется математическая модель тепловлагопереноса [17] в четырехслойной ограждающей конструкции, схема которой представлена на рис. 1. Рассматриваемая конструкция состоит из внутреннего известкового штукатурного слоя – 1; кирпичной (или бетонной) стены – 2; теплоизоляционного материала – 3; внешнего облицовочного слоя – 4. Каждый слой ограждающей конструкции имеет свою толщину δ_i, где *i* – номер слоя. Общая толщина всей конструкции стены $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4$.

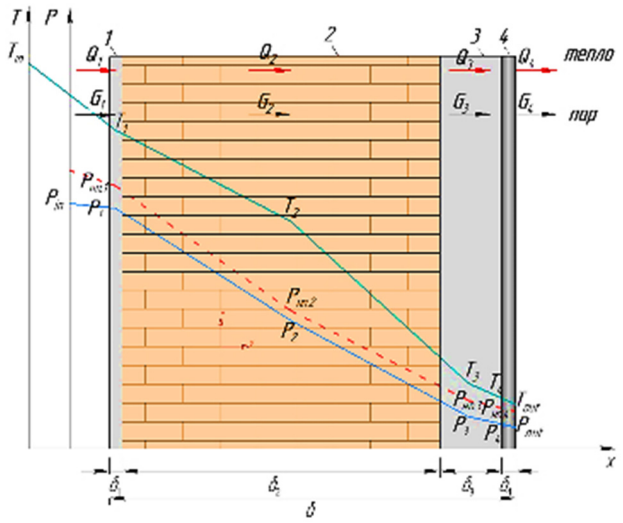


Рисунок 1 – Расчетная схема ограждающей конструкции

Для каждого *i*-того слоя ограждающей конструкции справедливо уравнение теплового потока и дифференциальное уравнение теплопроводности

$$q_i = -\lambda_i(W_i)\frac{\partial T_i}{\partial x}; \quad (3)$$

$$c_i(W_i)\rho_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda_i(W_i)\frac{\partial T_i}{\partial x}\right), \quad (4)$$

где q_i=Q_i/A – плотность теплового потока Q_i через площадь изотермической поверхности A в *i*-том слое ограждающей конструкции; T_i – температура в *i*-том слое; x – координата; W_i – влажность в *i*-том слое; $\lambda_i(W_i)$ – коэффициент теплопроводности в *i*-том слое как функция W_i; $c_i(W_i)$ – теплоемкость материала *i*-того слоя как функция W_i; ρ_i – плотность материала в *i*-том слое; t – время.

Граничные условия для температуры имеют вид

$$\alpha_{in}(T_{in} - T_1(0)) = -\lambda_1(0)\left.\frac{\partial T_1}{\partial x}\right|_{x=0}; \quad (5)$$

$$T_1(\delta_1) = T_2(\delta_1); \quad (6)$$

$$T_2(\delta_1 + \delta_2) = T_3(\delta_1 + \delta_2); \quad (7)$$

$$T_3(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) = T_4(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3); \quad (8)$$

$$-\lambda_4(\delta)\left.\frac{\partial T_4}{\partial x}\right|_{x=\delta} = \alpha_{out}\left(T_4(\delta) - T_{out}\right), \quad (9)$$

где T_{in} – температура внутри помещения; T_{out} – температура наружного воздуха, α_{in} и α_{out} – коэффициенты теплоотдачи на внутренней и внешней поверхности ограждающей конструкции.

Для каждого *i*-того слоя записано уравнение переноса водяного пара и дифференциальное уравнение его диффузии

$$G_i = -\mu_i(W_i)\frac{\partial P_i}{\partial x}; \quad (10)$$

$$\xi_i(W_i)\rho_n \frac{\partial P_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu_i(W_i)\frac{\partial P_i}{\partial x}\right), \quad (11)$$

где G_i –поток водяного пара в *i*-том слое ограждающей конструкции; P_i – парциальное давление в *i*-том слое; $\mu_i(W_i)$ – коэффициент паропроницаемости *i*-того слоя как функция W_i; ρ_n – плотность водяного пара; $\xi_i(W_i)$ – удельная пароемкость материала *i*-того слоя как функция W_i.

Граничные условия для парциального давления имеют вид

$$P_1(0) = P_{in}; \quad (12)$$

$$P_1(\delta_1) = P_2(\delta_1); \quad (13)$$

$$P_2(\delta_1 + \delta_2) = P_3(\delta_1 + \delta_2); \quad (14)$$

$$P_3(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) = P_4(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3); \quad (15)$$

$$P_4(\delta) = P_{out}, \quad (16)$$

где P_{in} – парциальное давление внутри помещения; P_{out} – парциальное давление наружного воздуха.

Для каждого *i*-того слоя ограждающей конструкции справедливо уравнение потока капельной влаги и дифференциальное уравнение влагопроводности

$$g_i = -\beta_i(W_i)\frac{\partial W_{fi}}{\partial x}; \quad (17)$$

$$\rho_i \frac{\partial W_{fi}}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(\beta_i(W_i)\frac{W_{fi}}{\partial x}\right), \quad (18)$$

где g_i – поток капельной влаги в *i*-том слое; W_{fi} – капельная влажность в *i*-том слоя; $\beta_i(W_i)$ – коэффициент влагопроводности в *i*-том слое как функция W_i.

Граничные условия для влагосодержания имеют вид

$$W_{f1}(0) = W_{fin}; \quad (19)$$

$$W_{f1}(\delta_1) = W_{f2}(\delta_1); \quad (20)$$

$$W_{f2}(\delta_1 + \delta_2) = W_{f3}(\delta_1 + \delta_2); \quad (21)$$

$$W_{f3}(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) = W_{f4}(\delta_1 + \delta_2 + \delta_3); \quad (22)$$

$$W_{f4}(\delta) = W_{fout}, \quad (23)$$

где W_{fin} – влагосодержание внутри помещения; W_{fout} – влагосодержание наружного воздуха.

Влажность в *i*-том слое является суммой сорбционной влажности W_{si} и капельной влажности W_{fi}

$$W_i = W_{si} + W_{fi}. \quad (24)$$

Сорбционную влажность принято рассматривать как функцию относительной влажности воздуха

$$W_{si}=f(\varphi_i), \quad (25)$$

где $\varphi_i = P_i/P_{нп.i}$ – относительная влажность в *i*-слое; $P_{нп.i}$ – давления насыщенных паров в *i*-том слое

$$P_{нп.i} = 0{,}0215T_i^3 + 1{,}70T_i^2 + 48{,}08T_i + 613. \quad (26)$$

Как показывает анализ изменения теплофизических параметров в зависимости от влажности, наибольшее влияние на результаты моделирования оказывает изменение коэффициентов теплопроводности и влагопроводности, что позволяет принимать в рассмотрение только нормативные величины остальных параметров.

На основе математической модели тепловлагопереноса построена имитационная модель определения теплотехнических характеристик четырехслойной ограждающей конструкции в пакете программ COMSOL Multiphysics, которая позволяет прогнозировать тепловые потери через стены зданий с учетом переменной влажности материалов в течение отопительного периода.

Для определения годовых эксплуатационных затрат, обусловленными тепловыми потерями, с использованием представленной выше математической модели выполнена оценка тепловых потоков для каждого месяца отопительного периода через четырехслойную ограждающую конструкцию с утеплителями IZOVOL, ПЕНОПЛЕКС КОМФОРТ и ТЕХНОФАС ПРОФ для стен жилых зданий массовой застройки в условиях эксплуатации г. Луганска [19-20].

В качестве примера на рис. 2 представлены ежемесячные тепловые потери для панельной стены с утеплителем ТЕХНОФАС ПРОФ.

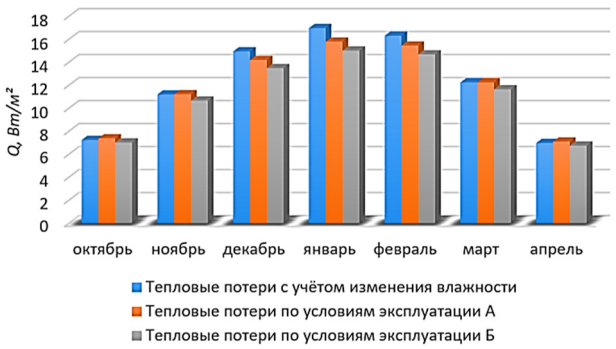


Рисунок 2 – Тепловые потери для ограждающей конструкции панельного здания с утеплителем ТЕХНОФАС ПРОФ

Необходимо отметить, что реальные тепловые потери через ограждающие конструкции с учетом изменения влажности в условиях эксплуатации г. Луганска существенно отличаются от результатов, полученных для нормативных условий эксплуатации, в зависимости от вида применяемого утеплителя и месяца отопительного периода. Так, для кирпичных стен зданий при использовании теплоизоляционного материала IZOVOL расхождение результатов достигает 12,4 %, для панельных зданий с утеплителем ТЕХНОФАС ПРОФ максимальное расхождение составляет 9,8 %.

Результаты оценки экономической эффективности типовых теплоизоляционных материалов при стоимости 1 *Гкал* 1740,1 *руб*. представлены в табл.1. Как видно, более высокая экономическая эффективность (меньшие приведенные затраты) в условиях эксплуатации г. Луганска достигается при использовании в четырехслойной ограждающей конструкции утеплителя IZOVOL.

Таблица 1
Оценка экономической эффективности утеплителей

Параметр	ПЕНОПЛЕКС КОМФОРТ	IZOVOL	ТЕХНОФАС ПРОФ
Стоимость утеплителя $C_{утеп.}$, *руб/м²*	1192	772	1517
Эксплуатационные затраты, обусловленные тепловыми потерями $C_{тп}$, *руб/м²*	44,83	48,92	85,16
Критерий экспертной оценки эффективности $\Delta ПЗ$, *руб/м²*	320,81	258,46	334,01

Применение полученных рекомендаций обеспечивает снижение приведенных затрат систем отопления жилых зданий массовой застройки до 4,9 % для зданий с кирпичными стенами и до 3,8 % для панельных зданий в условиях эксплуатации г. Луганска.

Выводы

Таким образом, в работе представлена методика экспертной оценки экономической эффективности использования теплоизоляционных материалов в наружных ограждающих конструкциях. В основу предложенной методики положен критерий, равный доле приведенных затрат на эксплуатацию системы отопления помещения, обусловленных тепловыми потерями за весь отопительный период и капитальными затратами на приобретение утеплителя.

Годовые эксплуатационные затраты, связанные с тепловыми потерями, рекомендовано выполнять путем прогнозирования средних тепловых потоков для каждого месяца отопительного периода через наружную ограждающую конструкцию с учетом стоимости тепловой энергии.

На основе математической модели тепловлагопереноса построена имитационная модель определения теплотехнических характеристик четырехслойной ограждающей конструкции в пакете программ COMSOL Multiphysics.

Выполнен анализ экономической эффективности применения типовых теплоизоляционных материалов IZOVOL, ТЕХНОФАС ПРОФ, ПЕНОПЛЕКС КОМФОРТ для жилых зданий массовой застройки в условиях эксплуатации г. Луганска. Результаты оценки экономической эффективности при стоимости 1 *Гкал* 1740,1 *руб*. показали, что более высокая эффективность (меньшие приведенные затраты) в условиях эксплуатации г. Луганска достигается при использовании в четырехслойной ограждающей конструкции утеплителя IZOVOL.

Литература

1. Высоцкий, Д.В. Сравнение вариантов утепления производственного здания при реконструкции / Д.В. Высоцкий, Д.А. Татьянников // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2020. – №2(38). – С. 57-67. DOI: 10.15593/2409-5125/2020.02.04

2. Gamayunova, O. Warming of panel houses in various climatic zones / O. Gamayunova, T. Musorina, M. Petrichenko, V. Goremikins. – Текст: непосредственный // Proceedings of EECE 2019. Energy, Environmental and Construction Engineering. Cham. – 2020. – P. 253-263.

3. Zubarev, K. Mathematical modeling of heat and moisture regimes of building for the facade thermal insulation composite system with mineral wool insulation / K. Zubarev, V. Gagarin. – Текст: непосредственный // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – V. 247. – P. 625-634.

4. Zubarev, K. Heat and moisture transfer in building enclosing structures / K. Zubarev, V. Gagarin. – Текст: непосредственный // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – V. 247. – P. 257-266.

5. Колосова, А.С. Современные эффективные теплоизоляционные материалы на неорганической основе / А.С. Колосова, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 9. – С. 64-75.

6. Колосова, А.С. Современные эффективные теплоизоляционные материалы на органической основе / А.С. Колосова, Е.С. Пикалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 4. – С. 74-85.

7. Беликов, К.Е. Сравнение теплоизоляционных свойств различных видов утеплителя для строительства частных жилых домов / К.Е. Беликов // Научный журнал молодых ученых. – 2021. – № 3(24). – С. 33-38.

8. Крылов, С.А. Анализ стоимости фасадных систем с учетом эксплуатационных затрат / С.А. Крылов, Т.М. Бочкарева // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2021. – Т.2 – С. 165-171.

9. Павлова, М.О. Исследование теплопотерь через узел оконного откоса / М.О. Павлова, В.А. Захаров, А.М. Квардакова // Строительная механика и расчет сооружений. – 2023. – № 3(308). – С. 36-45.

10. Ерёмкин, А.И. Методика исследования надежности и энергетической эффективности систем теплоснабжения / А.И. Ерёмкин, Е.Г. Ежов, В.А. Леонтьев // Региональная архитектура и строительство. – 2021. – № 2 (47). – С. 109-117.

11. Некоторые методы энергосбережения в системах отопления жилых многоквартирных зданий / А.И. Ерёмкин, С.В. Баканова, В.Е. Белов, Ю.В. Родионов // Региональная архитектура и строительство. – 2021. – № 2(47). – С. 137-144.

12. Корниенко, С.В. Совершенствование методов расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций / С.В. Корниенко // ALFABUILD. – 2020. – № 1(13). – С. 1-6.

13. Динамическое моделирование процесса тепловлагопереноса в многослойных ограждениях / С.В. Корниенко, О.Г. Чеснокова, В.Д. Чеснокова, М.Д. Журбенко // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: строительство и архитектура. – 2021. – № 4(85). – С. 29-40.

14. Математическое моделирование температурных и скоростных полей в конвективных потоках от нагретой поверхности отопительного прибора / В.В. Кузина, А.И. Ерёмкин, А.Н. Кошев, И.К. Пономарева // Региональная архитектура и строительство. – 2025. – №1 (62). – С. 183-191.

15. Сучилин, В.А. Моделирование в COMSOL Multiphysics энергосбережения типовых зданий жкх при реконструкции и ремонте / В.А. Сучилин, А.С. Кочетков, Н.Н. Губанов // Журнал СОК. – 2020. – №6 – С. 44-50.

16. Имитационное моделирование прикладных задач тепло- и воздухообмена в программе COMSOL Multiphysics / Г.И. Парфенов, Н.Н. Смирнов, А.А. Яблоков, В.К. Пыжов. – Иваново, 2023. – 132 с.

17. Малыгина О.А. Моделирование теплотехнических характеристик утепленной ограждающей конструкции / О.А. Малыгина, В.И. Соколов // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2026. – № 1 – С. 118-121.

18. Modeling of Aerodynamic Characteristics of Ventilation Systems Based on Object Decomposition / V. Sokolov, O. Krol, I. Chernikova, P. Tsankov, G. Salukvadze // Proceedings of the 8th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2024. Lecture Notes in Civil Engineering. –Cham: Springer, 2025. – Vol. 565. – P. 509-519. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-80482-3_48

19. Малыгина, О.А. Прогнозирование тепловых потерь через ограждающие конструкции с учётом изменения влажности материалов / О.А. Малыгина, В.И. Соколов, // Вестник МГСУ. – 2026. – № 3. – Т.21 – С. 411-421. DOI:10.22227/1997-0935.2026.3.411-421

20. Малыгина О.А. Создание модели тепловлажностного режима эксплуатации для зданий массовой застройки с утеплителем ТЕХНОФАС ПРОФ / О.А. Малыгина // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2025. – № 4 – С. 52-56.

Analysis of the economic efficiency of thermal insulation materials in enclosing structures

Malygina O.A., Salukvadze G.V.
Lugansk State University named after Vladimir Dal

JEL classification: L61, L74, R53

The article presents a method for expert assessment of the economic efficiency of using thermal insulation materials in external building envelopes. The proposed method is based on a criterion equal to the share of the reduced costs of operating a room heating system due to heat losses over the entire heating period and capital costs for purchasing insulation. To calculate heat flows through the walls of residential buildings, a mathematical model of heat and moisture transfer in a four-layer building envelope, including an internal plaster layer, a wall material, a thermal insulation material, and an external facing layer, is used. The analysis of economic efficiency of application of standard thermal insulation materials IZOVOL, TEHNOPAS PROF, PE-NOPLEX COMFORT for residential buildings of mass construction in the conditions of operation of Lugansk.

Keywords: building envelopes, heat losses, economic efficiency, thermal conductivity coefficient, moisture conductivity coefficient, thermal physical properties, and thermal technical characteristics.

The research was funded by the Russian Science Foundation Grant No. 26-19-00006, https://rscf/en/project/26-19-00006/

References

1. Vysotsky, D.V. Comparison of options for insulating a production building during reconstruction / D.V. Vysotsky, D.A. Tat'yannikov // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urbanistics. – 2020. – No. 2(38). – Pp. 57-67. DOI: 10.15593/2409-5125/2020.02.04
2. Gamayunova, O. Warming of panel houses in various climatic zones / O. Gamayunova, T. Musorina, M. Petrichenko, V. Goremikins. – Текст: непосредственный // Proceedings of EECE 2019. Energy, Environmental and Construction Engineering. Cham. – 2020. – P. 253-263.
3. Zubarev, K. Mathematical modeling of heat and moisture regimes of building for the facade thermal insulation composite system with mineral wool insulation / K. Zubarev, V. Gagarin. – Текст: непосредственный // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – V. 247. – P. 625-634.
4. Zubarev, K. Heat and moisture transfer in building enclosing structures / K. Zubarev, V. Gagarin. – Текст: непосредственный // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – V. 247. – P. 257-266.
5. Kolosova, A.S. Modern Effective Thermal Insulation Materials on Inorganic Basis / A.S. Kolosova, E.S. Pikalov // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2020. – No. 9. – Pp. 64-75.
6. Kolosova, A.S. Modern Effective Thermal Insulation Materials on Organic Basis / A.S. Kolosova, E.S. Pikalov // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2021. – No. 4. – Pp. 74-85.
7. Belikov, K.E. Comparison of the thermal insulation properties of various types of insulation for the construction of private residential buildings / K.E. Belikov // Scientific Journal of Young Scientists. – 2021. – No. 3(24). – Pp. 33-38.
8. Krylov, S.A. Analysis of the cost of facade systems, taking into account operating costs / S.A. Krylov, T.M. Bochkareva // Modern Technologies in Construction. Theory and Practice. – 2021. – Vol. 2 – P. 165-171.
9. Pavlova, M.O. Research of Heat Losses through the Window Sash Unit / M.O. Pavlova, V.A. Zakharov, A.M. Kvardakova // Construction Mechanics and Structural Analysis.10. Ерёмкин, А.И. Методика исследования надежности и энергетической эффективности систем теплоснабжения / А.И. Ерёмкин, Е.Г. Ежов, В.А. Леонтьев // Региональная архитектура и строительство. – 2021. – № 2 (47). – С. 109-117.
11. Some energy-saving methods in heating systems of residential apartment buildings / A.I. Eremkin, S.V. Bakanova, V.E. Belov, Yu.V. Rodionov // Regional architecture and construction. – 2021. – № 2(47). – Pp. 137-144.
12. Kornienko, S.V. Improvement of methods for calculating temperature-humidity regime of enclosing structures / S.V. Kornienko // ALFABUILD. – 2020. – № 1(13). – Pp. 1-6.
13. Dynamic modeling of the heat and moisture transfer process in multilayer enclosures / S.V. Kornienko, O.G. Chesnokova, V.D. Chesnokova, M.D. Zhurbenko // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. – 2021. – No. 4(85). – Pp. 29-40.
14. Mathematical Modeling of Temperature and Velocity Fields in Convective Flows from a Heated Surface of a Heating Device / V.V. Kuzina, A.I. Eremkin, A.N. Koshev, and I.K. Ponomareva // Regional Architecture and Construction. – 2025. – No. 1 (62). – Pp. 183-191.
15. Suchilin, V.A. Modeling in COMSOL Multiphysics of energy saving of typical housing and communal services buildings during reconstruction and repair / V.A. Suchilin, A.S. Kochetkov, N.N. Gubanov // Journal SOC. - 2020. – No. 6 – pp. 44-50.
16. Simulation modeling of applied problems of heat and air exchangeexchange in the COMSOL Multiphysics program / G.I. Parfenov, N.N. Smirnov, A.A. Yablokov, V.K. Pyzhov. – Ivanovo, 2023. – 132 p.
17. Malygina O.A. Modeling of thermal characteristics of the insulated enclosing structure / O.A. Malygina, V.I. Sokolov // San-tekhnika, otoplenie, kondicionirovanie. – 2026. – No. 1 – P. 118-121.
18. Modeling of Aerodynamic Characteristics of Ventilation Systems Based on Object Decomposition / V. Sokolov, O. Krol, I. Chernikova, P. Tsankov, G. Salukvadze // Proceedings of the 8th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2024. Lecture Notes in Civil Engineering. –Cham: Springer, 2025. – Vol. 565. – P. 509-519. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-80482-3_48
19. Malygina, O.A. Prediction of Heat Losses through Building Envelopes Taking into Account Changes in Material Moisture / O.A. Malygina, V.I. Sokolov // Vestnik MGSU. – 2026. – No. 3. – Vol. 21 – Pp. 411-421. DOI:10.22227/1997-0935.2026.3.411-421
20. Malygina O.A. Creating a model of thermal and humidity conditions for mass-built buildings with TEHNOPHAS PROF insulation / O.A. Malygina // Sanitation, Heating, and Air Conditioning. – 2025. – No. 4 – Pp. 52-56.

Архитектурные стили как инструмент изучения культурно-исторической эпохи

Нальгиев Рашид Тайсамович
ассистент, кафедра «Строительные дисциплины», Ингушский Государственный Университет, r4847816@gmail.com

Статья посвящена исследованию архитектурного стиля как многоаспектного исторического источника, позволяющего реконструировать культурно-исторический контекст эпохи. В работе обосновывается тезис о том, что архитектура является не просто эстетическим феноменом, но системным кодом, отражающим уровень технологического развития, социальную структуру, экономические приоритеты и философско-мировоззренческие установки общества и предложен новый подход к изучению Архитектуры и Истории.
В заключении формулируется вывод о том, что архитектурный стиль является наиболее наглядным и долговечным учебником истории, а умение «читать» фасады открывает доступ к непосредственному диалогу с прошлым. Особое внимание уделяется перспективам изучения современной архитектуры (хай-тек, био-тек) как документа, который через столетия будет свидетельствовать о технологических возможностях и экологической тревоге нашей эпохи.
Ключевые слова: архитектурный стиль, исторический источник, культурно-историческая эпоха, археология архитектуры, стратиграфический анализ, готика, барокко, классицизм, конструктивизм, методология истории искусств, пространственный анализ.

Введение

«Архитектура — это застывшая музыка», — приписывают эти слова Иоганну Вольфгангу Гёте. Развивая эту образную мысль, стоит заметить, что подобная «музыка» никогда не звучит в безвоздушном пространстве: она становится то торжественным гимном, то скорбным реквиемом своей эпохи. В повседневной жизни мы склонны относиться к зданиям как к сугубо практическим сооружениям или фоновым элементам городской среды, не задумываясь о том, что любой фасад, любая арка или капитель представляют собой зашифрованное послание из минувших столетий. Виктор Гюго в своем романе «Собор Парижской Богоматери» именовал архитектуру «книгой человечества», подчеркивая, что в эпоху до книгопечатания именно она служила главным хранилищем коллективной памяти. Пусть сегодня подобное утверждение выглядит как поэтическая гипербола, в нем заключена весомая научная закономерность: архитектурный стиль принадлежит к числу наиболее содержательных и доступных источников для познания культурно-исторической эпохи.

Обращение к этой теме в современном контексте продиктовано несколькими обстоятельствами. С одной стороны, активная урбанизация и процессы глобализации ведут к унификации архитектурного облика городов, превращая их в однообразные массивы стекла и бетона. Освоение языка архитектуры становится здесь важнейшим условием сохранения культурной самобытности. С другой стороны, зодчество представляет собой самый общедоступный «живой учебник истории»: в отличие от манускриптов, скрытых в архивохранилищах, постройки находятся у всех на виду, и навык их осмысленного прочтения открывает нам прошлое в его материально-осязаемой форме.

Основная сложность заключается в том, что искусствоведческий и исторический подходы нередко существуют обособленно: историки сосредоточены на письменных документах, искусствоведы — на формально-эстетических характеристиках. Однако архитектура выступает уникальным феноменом, аккумулирующим одновременно дух времени, технологические возможности, социальное устройство и господствующие мировоззренческие установки. Следовательно, приоритетной задачей становится междисциплинарный анализ того, каким образом архитектурный стиль — от применяемых материалов до орнаментальных решений — способен выступать инструментом реконструкции культурно-исторического контекста.

Степень научной изученности проблемы является достаточно основательной. Начало XX века ознаменовалось выходом фундаментального исследования Генриха Вёльфлина «Основные понятия истории искусств», где были заложены принципы формального стилевого анализа и показано, что переход от линейной системы к живописной, от плоскостной к глубинной отражает смену фундаментальных мировоззренческих установок. В российской науке первопроходцем в трактовке архитектуры как полноценного исторического документа выступил Н. Н. Воронин, обосновавший, что памятник зодчества представляет собой комплексное свидетельство, которое позволяет делать выводы не только о художественных предпочтениях, но и об уровне производственных технологий и идеологических доминантах общества. Современные авторы, в частности К. А. Соловьев и Т. Забалуева, рассматривают развитие архитектуры в неотрывной взаимосвязи с социально-экономическими и природно-климатическими факторами, что создает надежную основу для междисциплинарных изысканий.

Объектом исследования в настоящей статье является архитектурное наследие различных исторических периодов — от средневековых построек до архитектуры Новейшего времени. Предметом изучения выступает корреляция между морфологическими характеристиками архитектурных стилей (конструктивные решения, пластические формы, декоративные элементы) и культурно-историческими процессами, характерными для соответствующих эпох.

Цель работы состоит в обосновании того, что архитектурный стиль представляет собой не просто эстетическую категорию, но действенный исторический инструмент, позволяющий расшифровывать мировоззренческие установки, социальное расслоение и технический уровень общества.

1. Основные грани анализа архитектурного стиля (Инструментарий исследователя)

Для того чтобы архитектурный стиль превратился из объекта эстетического созерцания в инструмент исторического познания, необходим

системный аналитический подход. Исследователь, стремящийся «расшифровать» культурно-исторический код эпохи через ее архитектуру, должен рассмотреть стиль в трех взаимосвязанных аспектах: технологическом (как строилось), социальном (для кого и зачем строилось) и философско-мировоззренческом (какую картину мира воплощало). Стоит вспомнить трактат Марка Витрувия Поллиона «Десять книг об архитектуре», в которой первые систематизированы знания о проектировании, и выделяются три главных критерия успеха любого здания. Эта концепция известна как «триада Витрувия»: прочность, польза, красота (лат. firmitas, utilitas, venustas) [1, с. 21]. Именно синтез этих граней позволяет зданию стать полноценным историческим источником.

1.1. Технологический аспект: Материал, конструкция и уровень развития цивилизации.

Архитектура — это в первую очередь материальная, физическая реальность, и ее формы жестко ограничены уровнем развития строительной техники и доступных материалов. Изучая то, как построено здание, мы можем судить об инженерной мысли, экономических возможностях и даже о природных ресурсах эпохи.

Как подчеркивал еще в середине XX века выдающийся советский археолог и историк архитектуры Н. Н. Воронин, архитектурный памятник представляет собой «многогранный, комплексный источник, позволяющий судить как о его производственно-технической, так и об идеологической, художественной стороне». Он отмечал, что архитектура «наиболее тесно связана с развитием материальных производительных сил общества, с уровнем развития техники, которые находят в монументальном строительстве наиболее яркое выражение». Эта связь проявляется в использовании строительных материалов, применении конструктивных решений и организации строительного производства, что «определяет особенно высокую познавательную ценность памятников архитектуры как исторических источников». [2, с. 41–76.]

В современном учебнике «История архитектуры и строительства» К. А. Соловьева и О. К. Лукаша также подчеркивается, что монументальное зодчество развивалось под прямым влиянием «развития истории строительства и строительной техники». В книге рассмотрены основные направления развития архитектуры «под влиянием социально-экономических, этнических, культовых, природно-климатических факторов», что позволяет увидеть стиль в его технической обусловленности. [3, с. 612]

Т. Р. Забалуева в своем учебнике «История архитектуры и строительной техники» также акцентирует внимание на том, что архитектура должна пониматься как «комплексный творческий процесс, в котором сосуществуют не только эстетические и функциональные задачи, но и множество технических проблем, часто определяющих направление архитектурной мысли». Анализ конструктивной схемы — будь то античные ордерные системы, готические нервюры или железобетонные каркасы — является обязательным первым шагом в исследовании стиля. [4, с. 736]

1.2. Социально-экономический аспект: Заказчик, функция и социальная иерархия.

Архитектура — дорогостоящее искусство, и ее облик всегда зависит от того, кто выступает заказчиком и какие функции здание должно выполнять. Этот аспект анализа позволяет реконструировать социальную структуру и экономические приоритеты эпохи. По типу зданий и их убранству можно судить о расстановке сил в обществе: аскетичные крепости знати, помпезные дворцы абсолютистских монархов, доходные дома для буржуазии, монументальные общественные сооружения тоталитарных государств.

Н. Н. Воронин в своей методологической работе писал, что «искусство данной исторической эпохи, т. е. исторически конкретная система художественных взглядов общества, проявляющаяся в определенных, отвечающих им формах и определяющая стиль искусства, разделяет судьбу остальных надстроечных явлений». Крупные перемены в развитии искусства «в основном соответствуют развитию и смене социально-экономических формаций». Таким образом, стиль выступает как социальный маркер, отражающий изменения в базисе общества.» [2, с. 41–76.]

Забалуева в своем учебнике подчеркивает, что освещение профессиональных разделов истории архитектуры должно проходить «в контексте каждой отдельно взятой эпохи с ее особенностями политического, социального, экономического и культурного развития». Это помогает глубже осмыслить роль архитектуры в развитии общества, увидеть за формой здания конкретные общественные запросы и социальные отношения. [4, с. 736]

1.3. Философско-мировоззренческий аспект: «Дух времени» и эстетический код

Третий, наиболее сложный и тонкий аспект, — это анализ того, как в языке архитектурных форм отражается мировоззрение эпохи, ее религиозные, философские и эстетические идеалы. Здесь архитектура выступает как визуализация «духа времени».

В этом вопросе фундаментальное значение имеет работа Генриха Вёльфлина «Основные понятия истории искусств» (1915). Хотя она посвящена в основном живописи, ее теоретические категории успешно применяются к архитектуре. Вёльфлин поставил перед собой задачу выделить «основные понятия, приемы, проблемы западноевропейской живописи и архитектуры XV—XVII веков, чтобы свести воедино историю и причины их развития». На примерах шедевров Ренессанса и барокко он демонстрирует «различия в видении художников разных веков, которые и составляют основу того, что мы называем «стилем» художественных произведений».

Вёльфлин исходил из принципиального положения: «в изобразительном искусстве – всё форма», и «всякое художественное созерцание связано с определенными декоративными схемами». «Созерцание не есть зеркало, остающееся всегда неизменным, но живая познавательная способность, которая имеет собственную внутреннюю историю и прошла через многие ступени развития». Таким образом, смена стилей — это не просто смена моды, а смена способа видения мира.

Система парных понятий Вёльфлина — линейность против живописность, плоскостность против глубина, замкнутая форма против открытая форма, тектоническое против атектоническое начало, безусловная ясность против неполная ясность — стала «своеобразным методологическим костяком, на котором можно строить динамический сравнительный анализ любого произведения, стиля, эпохи». Спокойная, уравновешенная, подчиненная математическому порядку архитектура Ренессанса отражает антропоцентризм и рационализм эпохи, тогда как текучие, динамичные, эмоционально напряженные формы барокко передают ощущение бесконечности и мистицизма XVII века. [5, с. 244, 296, 416]

2. Историческая хроника стилей: архитектурный код эпох

Архитектурная стилистика представляет собой не просто смену декоративных предпочтений, а последовательное отражение глубинных трансформаций человеческого сознания и общественного устройства. Каждый исторический период порождал свою архитектурную «грамматику», в которой законы формообразования были неразрывно связаны с господствующей картиной мира. Как отмечается в «Очерках истории архитектурных стилей» И. А. Бартенева и В. Н. Батажковой, авторы сосредоточивают внимание «на основных и наиболее характерных памятниках различных эпох», стремясь создать «общую картину возникновения, развития и взаимосвязи архитектурно-художественных стилей на протяжении основных периодов истории культуры — древнего мира, средних веков, нового времени и современности». [6, с. 256]

2.1. От античности к Средневековью: рождение сакрального пространства

Античная архитектура заложила фундаментальные принципы европейского зодчества, которые будут переосмысляться на протяжении столетий. Ордерная система, разработанная греками и развитая римлянами, воплощала идеи гармонии, соразмерности человеку и рационального познания мира. Как указывает «Архитектурный справочник. Стили, Термины, Хронология», в нем представлены «в хронологическом порядке основные архитектурные стили и направления, отражены их основные черты и особенности». Римские инженерные достижения — арки, своды, купола — стали технологической основой для последующих эпох. [7]

Средневековье принесло два великих стиля, отражающих эволюцию религиозного сознания. Романский стиль (X–XII вв.) с его массивными стенами, тяжелыми сводами и полуциркульными арками воплощал идею крепости веры и замкнутого сакрального пространства. Толстые стены и небольшие окна создавали атмосферу отрешенности от мирского, соответствуя аскетическому мировоззрению раннего Средневековья. Готика (XII–XV вв.), напротив, стала архитектурным манифестом новой эпохи. Как подчеркивается в «Путеводителе по архитектурным формам» Г.-Р. Грубе и А. Кучмара, готический период знаменует кардинальное изменение строительной логики. Изобретение системы нервюр и аркбутанов позволило перераспределить нагрузку, сделать стены практически невесомыми и заполнить их огромными витражами. Готический собор устремлялся ввысь, символизируя стремление души к Богу; свет, проникающий через цветные стекла, воспринимался как божественное откровение. [8, с. 215]

2.2. Ренессанс и барокко: человек, космос и театр жизни.

Ренессанс (Возрождение) ознаменовал возвращение к античным идеалам, но на новом витке исторического развития. Архитекторы кватроченто и чинквеченто обратились к ордерной системе, математическим пропорциям, центрическим планам и купольным перекрытиям.

Зодчество этого периода отражало антропоцентризм — веру в человека как меру всех вещей. Как отмечает Г. Вёльфин, для эпохи Ренессанса характерны «классическое» видение, ясность, уравновешенность и замкнутость форм. Флорентийский купол Брунеллески, римский собор Св. Петра — эти памятники демонстрировали торжество разума и античной мудрости. [5, с. 416]

Барокко (XVII–XVIII вв.) возник как реакция на рационализм Ренессанса и одновременно как инструмент Контрреформации. Вёльфин, сопоставляя эти два стиля, сформулировал знаменитые антитезы: если Ренессанс — линейный и плоскостной, то барокко — живописный и глубинный; если ренессансная форма замкнута, то барочная — открыта. Архитектура барокко стремится поразить, вовлечь зрителя в динамичное движение, создать иллюзию бесконечности. Изогнутые фасады, овальные планы, сложные светотеневые эффекты, обилие скульптуры и лепнины — все это служило одной цели: прославить могущество церкви и монарха, превратить храм или дворец в театральную декорацию, где земное и небесное сливаются в экстатическом единстве. [5, с. 416]

2.3. Классицизм и эклектика: поиск порядка в эпоху перемен

Классицизм (XVII–XIX вв.) вновь обратился к античному наследию, но теперь уже как к воплощению разума, порядка и гражданственности. Строгая симметрия, четкий ордер, сдержанный декор — эти черты соответствовали эпохе Просвещения и абсолютистской государственности. Ампир (имперский стиль) как поздняя фаза классицизма добавил военную атрибутику — лавровые венки, орлы, трофеи, прославляя наполеоновские завоевания и имперскую мощь.

XIX век стал эпохой эклектики — смешения и одновременного использования различных исторических стилей. Это отражало двойственность буржуазной эпохи: технический прогресс и индустриализация, ностальгия по ушедшим идеалам и отсутствие единого стиля, адекватного новому времени. Как показано в учебнике Соловьева и Лукаша, эклектика стала следствием социальных сдвигов и кризиса единой идеологии. Здания вокзалов, банков и музеев цитировали готику, ренессанс или классицизм в зависимости от функции и вкуса заказчика. [3, с. 612]

2.4. Модерн и конструктивизм: рождение архитектуры XX века.

Модерн (конец XIX — начало XX в.) стал первой попыткой создать стиль, адекватный индустриальной эпохе, не отрицая при этом органического начала. Текучие растительные линии, асимметрия, железобетонные конструкции, огромные витражи — модерн искал новый синтез искусства и технологии. Как отмечает Афонькин, этот стиль ознаменовал разрыв с историческим цитированием и поиск собственного языка.

Конструктивизм (1910–1930-е гг.) — уже радикальный разрыв с прошлым. Этот авангардный стиль отверг декор как «буржуазный пережиток» и провозгласил принцип «форма определяется функцией». Геометрическая чистота, функциональное зонирование, использование стекла и железобетона, кровли-террасы — конструктивизм воплотил утопию нового, индустриального общества. Советские архитекторы-конструктивисты строили рабочие клубы, фабрики-кухни и жилые дома-коммуны, отражая коллективистскую идеологию. [9]

2.5. От постмодернизма к современности: множественность языков.

Вторая половина XX века ознаменовалась отказом от жестких догм модернизма. Постмодернизм (с 1970-х гг.) вернул иронию, цитатность и историческую память в архитектуру. Здания этого периода — это игра с историческими стилями, часто гротескная или пародийная, отражающая плюрализм мнений и отсутствие единой идеологии в постиндустриальном обществе. Хай-тек прославляет инженерные конструкции, делая их видимыми (трубы, лифты, фермы), в то время как деконструктивизм разрушает привычные геометрические формы, создавая динамичный хаос. Экологическая архитектура (био-тек) возвращается к органическим формам, но уже на новом технологическом уровне, отражая тревогу за окружающую среду. [10]

3. Архитектура как инструмент изучения эпохи

Если в предыдущих главах архитектурный стиль рассматривался как «код» эпохи, позволяющий реконструировать мировоззрение и социальные установки общества, то в данной главе мы обратимся к методологическому инструментарию, который превращает это утверждение из теоретической гипотезы в строго научное исследование. Речь идет об археологии архитектуры — дисциплине, которая рассматривает здание не как статичный эстетический объект, а как динамичный, многослойный документ, фиксирующий всю историю своего существования.

Как писал выдающийся советский археолог и историк Н. Н. Воронин, архитектурный памятник является «результатом сложного технического и художественного процесса, т.е. представляет собой многогранный, комплексный источник, позволяющий судить как о его производственно-технической, так и об идеологической, художественной стороне». Эта характеристика становится отправной точкой для понимания того, почему зодчество является одним из наиболее ценных исторических свидетельств. [2, с. 41–76]

3.1. Архитектурный памятник как комплексный источник

Архитектура, по мысли Воронина, обладает рядом специфических особенностей, выделяющих ее из ряда других искусств и определяющих ее высокую познавательную ценность как исторического источника.

Архитектура непосредственно связана с развитием производства. Уровень строительной техники, доступные материалы, инженерные решения — все это отражает производительные силы и потребности общества.

Вместе с тем архитектура воплощает художественные взгляды общества в произведениях, имеющих определенное утилитарное, целевое назначение. Функция здания — будь то храм, крепость, дворец или доходный дом — уже сама по себе является историческим свидетельством. [2, с. 41–76]

Однако, несмотря на длительную традицию изучения архитектурных стилей в отечественном и зарубежном искусствознании (от формальной школы Г. Вёльфлина до иконологических изысканий Э. Панофского), до настоящего времени отсутствует универсальный междисциплинарный инструментарий, позволяющий перевести визуальные характеристики здания в верифицируемые исторические данные.

Анализ литературы показывает, что большинство исследователей (Дж. Саммерсон, Н.Певзнер) рассматривали стиль преимущественно в хронологически-линейной перспективе, акцентируя «гениального зодчего» или «дух времени» как недифференцированную целостность.

Для преодоления размытости понятия «стиль» мы считаем целесообразным ввести в понятийный аппарат исследования новый операционный термин — **«стилевой генотип»** (СГ). Под СГ мы понимаем устойчивую, инвариантную комбинацию пространственных и тектонических признаков, которая сохраняется на протяжении бытования стиля, независимо от декоративных вариаций.

3.2. Суть идеи стилевого генотипа.

Введение термина «стилевой генотип» (далее – СГ) не является данью биологизаторской моде, а продиктовано необходимостью преодолеть терминологическую аморфность существующих понятий. Традиционные категории – «школа», «направление» или «канон» – описывают архитектуру статично, как готовый результат. Они не отвечают на главный вопрос: почему при смене политического режима колонны дорического ордера не исчезают, а лишь меняют свои пропорции?

Опираясь на труды К. Лоренца по эволюционной эпистемологии и концепцию мемов Р. Докинза, мы предлагаем трактовать архитектурный стиль как самовоспроизводящуюся информационную систему, имеющую жесткое ядро (генотип) и вариативную оболочку (фенотип)**.** [11, с. 350-370]

Научная новизна данного подхода заключается в том, что впервые проводится четкое разграничение между:

Фенотипическими признаками – декоративными элементами, подверженными внешним влияниям (мода, личные предпочтения заказчика, локальные материалы);

Генотипическими признаками – глубинными пространственными структурами, которые сохраняются неизменными на протяжении всей эпохи бытования стиля, даже если фасады перестраиваются.

Таким образом, **СГ** – это не «что мы видим», а «как мы это организуем» – принцип связи частей, который не зависит от цвета краски или формы капители.

По аналогии с биологической ДНК, где есть гены, кодирующие белки, в архитектурном СГ мы выделяем три инвариантных уровня, которые в совокупности впервые описываются в данной работе:

1. Каркас (скелет).
2. Пропорциональность.
3. Пространство.

Заключение

На протяжении всей истории человечества архитектура служила наиболее долговечным и наглядным документом, запечатлевающим картину мира каждой эпохи. Готические соборы говорят нам о средневековой религиозности больше, чем многие богословские трактаты. Дворцы барокко — о могуществе абсолютизма и театральности жизни XVII века. Конструктивистские дома-коммуны — об утопических мечтах раннесоветского общества. Каждый стиль — это ответ на глубинные вопросы своего времени, выраженный в материале.

Эта способность архитектуры быть «каменной летописью» приобретает особую ценность в эпоху стремительных перемен, когда письменные источники могут быть утрачены или намеренно искажены. Здание же, даже перестроенное, хранит в себе слои этих изменений.

Если вернуться к метафоре, с которой начиналась эта статья, — архитектура как «застывшая музыка» — то логично спросить: что за «музыку» мы оставляем будущим поколениям? Каким предстанет перед ними наша эпоха через 100 или 200 лет по тем зданиям, которые мы строим сегодня?

Современная архитектура представляет собой удивительное многообразие подходов и стилей, поэтому идея использовать концепцию «стилевого генотипа» (СГ) как инструмент проблемного обучения, позволяющий ученику самостоятельно «открывать» исторические закономерности через анализ конструктивных и пространственных параметров здания, минуя заучивание декоративных штампов может значительно облегчить процесс знакомства с Мировой Историей через архитектуру, сделав его интереснее и познавательнее.

Литература

1. Марк Витрувий Пуллион «Десять книг по архитектуре».
2. Воронин Н. Н. Архитектурный памятник как исторический источник (заметки к постановке вопроса) // Советская археология. — М., 1954. — № 19.
3. Соловьев К. А., Лукаш О. К. История архитектуры и строительства: учебник для вузов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021.
4. Забалуева Т. Р. История архитектуры и строительной техники: учебник. — Москва: Эксмо, 2007.
5. Вёльфлин Г. Основные понятия истории искусств: Проблема эволюции стиля в новом искусстве / пер. с нем. А. А. Франковского. — Санкт-Петербург: Мифрил.
6. Бартенев И. А., Батажкова В. Н. Очерки истории архитектурных стилей: учебное пособие. — М.: Изобразительное искусство, 1983.
7. «Архитектурный иллюстрированный справочник. Стили, Термины, Хронология» авторов М. В. Перьковой и Ю. М. Калинина.
8. Грубе Г.-Р., Кучмар А. Путеводитель по архитектурным формам = Bauformen von der Romantik bis zur Gegenwart. — 2-е изд. — М.: Стройиздат, 2000.
9. Афонькин С. Ю. История архитектурных стилей. — СПб. : Балтийская книжная компания, 2019.
10. Хопкинс О. Визуальный словарь архитектурных стилей. — СПб.: Питер, 2015
11. Ричард Докинз «Эгоистичный ген», 350-370 стр, 1976 г.

Architectural styles as a tool for studying the cultural and historical era

Nalgiev R.T.
Ingush State University

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the study of architectural style as a multifaceted historical source that allows us to reconstruct the cultural and historical context of the era. The article argues that architecture is not just an aesthetic phenomenon, but a systemic code that reflects the level of technological development, social structure, economic priorities, and philosophical and worldview attitudes of society. The article proposes a new approach to the study of Architecture and History.

In conclusion, it is concluded that the architectural style is the most visible and durable textbook of history, and the ability to "read" facades opens up a direct dialogue with the past. Special attention is paid to the prospects of studying modern architecture (high-tech, biotech) as a document that will testify to the technological capabilities and environmental concerns of our era centuries from now.

Keywords: architectural style, historical source, cultural and historical era, archaeology of architecture, stratigraphic analysis, Gothic, Baroque, Classicism, Constructivism, methodology of art history, and spatial analysis.

References

1. Marcus Vitruvius Pollio "Ten Books on Architecture".
2. Voronin N. N. Architectural Monument as a Historical Source (Notes on the Question) // Soviet Archaeology. — M., 1954. — No. 19.
3. Solovyov K. A., Lukash O. K. History of Architecture and Construction: Textbook for Higher Education Institutions. — 2nd ed., Ster. — St. Petersburg: Lan, 2021.
4. Zabalueva T. R. History of Architecture and Construction Technology: Textbook. — Moscow: Eksmo, 2007.
5. Wölfflin G. Basic Concepts of Art History: The Problem of Style Evolution in Modern Art / Translated from German by A. A. Frankovsky. — St. Petersburg: Mifril.
6. Bartenev I. A., Batazhkova V. N. Essays on the History of Architectural Styles: A Textbook. — Moscow: Fine Arts, 1983.
7. "Architectural Illustrated Handbook. Styles, Terms, and Chronology" by M. V. Perkova and Yu. M. Kalinin.
8. Grube, G.-R., and Kuchmar, A. Guide to Architectural Forms = Bauformen von der Romantik bis zur Gegenwart. 2nd ed. Moscow: Stroyizdat 2000
9. Afonkin S. Yu. History of Architectural Styles. — St. Petersburg: Baltic Book Company, 2019.
10. Hopkins O. Visual Dictionary of Architectural Styles. — St. Petersburg: Peter, 2015
11. Richard Dawkins, The Selfish Gene, pp. 350-370, 1976.

СП 546.1325800.2025 «Здания жилые многоквартирные со стальным каркасом. Правила проектирования». Основные положения и актуальность в РФ

Нальгиев Рашид Тайсамович
ассистент, кафедра «Строительные дисциплины», Ингушский Государственный Университет, r4847816@gmail.com

В статье рассматривается новый свод правил СП 546.1325800.2025, введенный в действие с 16 октября 2025 года и регламентирующий проектирование многоквартирных жилых зданий высотой до 75 м со стальным каркасом. Документ разработан ведущими отраслевыми институтами (ЦНИИПромзданий, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, НИУ МГСУ) при участии Ассоциации развития стального строительства (АРСС) и призван стать системообразующим элементом нормативной базы для внедрения технологий индустриального стального строительства в массовое жилищное строительство. Проведен анализ ключевых разделов документа, включая легитимизацию современных конструктивных систем, требования к объемно-планировочным решениям, применение легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и композитных сталежелезобетонных систем. Обоснована актуальность принятия СП в контексте задач федерального проекта «Новый ритм строительства» нацпроекта «Инфраструктура для жизни» и стратегической цели увеличения доли вводимого жилья на стальном каркасе с текущего 1% до 7% к 2030 году. Сделан вывод, что внедрение СП будет способствовать повышению скорости возведения зданий, снижению их массы на 30–40%, реализации гибких архитектурно-планировочных решений и развитию отечественного производства строительных материалов.

Ключевые слова: стальное строительство, многоквартирные жилые здания, свод правил, нормативное регулирование, индустриальное домостроение, несущий каркас, легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК), сталежелезобетонные конструкции, огнезащита, коррозионная стойкость.

Введение

В условиях реализации государственной стратегии по обеспечению граждан доступным и комфортным жильем, а также необходимости повышения темпов строительства, особую актуальность приобретает внедрение инновационных, экономически эффективных и технологичных конструктивных решений. Одним из наиболее перспективных направлений является стальное домостроение. Однако до недавнего времени его широкому распространению в сегменте многоквартирного жилья препятствовала фрагментарность нормативной базы, которая требовала от проектировщиков интеграции разрозненных требований из множества действующих сводов правил.

Каркас – несущая часть здания, играющая роль «скелета» здания или сооружения, определяющего форму, долговечность и устойчивость будущего здания.

Каркас образуется системой связанных вертикальных колонн и горизонтальных элементов — ригелей, прогонов и ферм. Сверху на эту основную конструкцию монтируются плиты или панели, формирующие перекрытия и кровлю.

Всего выделяют четыре вида каркасов зданий, а именно:

- Бетонный. Наиболее распространённый вид каркаса для жилых многоквартирных зданий в РФ.

- Деревянный. Традиционный вариант для строительства частных домов, дач и других малых объектов. Экологичен и легко обрабатываем, но менее устойчив к внешним воздействиям по сравнению с металлическими и бетонными конструкциями.

- Композитный - Сочетает различные материалы, такие как металл, бетон и пластик. Используется в специфических условиях, когда требуется сочетание лёгкости и прочности.

- Металлический. Один из самых популярных типов, используется для строительства многоэтажных зданий и промышленных объектов. В РФ в основном используется в строительстве промышленных и общественных зданий и сооружений.

Несмотря на кажущееся разнообразие в Российской Федерации до сих пор неоспоримым лидером являлся бетонный каркас. В основном за счёт своей надежности и простоты эксплуатации, однако фактор традиции здесь так же играет немаловажную роль.

В июне 2022 г. Минстрой России подготовил план мероприятий по расширению доли применения металла в строительной отрасли и совершенствованию технического регулирования в области строительства и пожарной безопасности с использованием стальных конструкций. Он включает в себя три блока мер: оперативные (рассчитаны на эффект в 2022 г.), среднесрочные (2023–2024 гг.) и долгосрочные (2025–2026 гг.). Они связаны прежде всего с возникшим на фоне политических событий снижением экспорта металла Россией и последовавшим профицитом отечественного металла. [1, с. 68]

В связи с этим первый свод строительных правил на тему правил проектирования жилых многоквартирных зданий с использованием металлического каркаса вышел совсем недавно, а именно 15.09.2025 г. (приказ №549/пр Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ) и был введен в действие 16.10.2025 г.

СП 546.1325800.2025 «Здания жилые многоквартирные со стальным каркасом. Правила проектирования» распространяется на проектирование многоквартирных жилых зданий и устанавливает требования к объемно планировочным и конструктивным решениям, материалам, инженерному оборудованию многоквартирных жилых зданий со стальным каркасом высотой до 75 м. [2, с. 1]

Исторический экскурс и иностранный опыт

Использование металла в качестве материала для каркаса зданий стало актуальным с развитием металлургии и развитием архитектурных стилей, в том числе многоквартирных жилых зданий. За счет чего, первые здания на металлическом каркасе появляются одновременно с началом индустриализации США и Европейских держав.

Так, в 1885 году в городе Чикаго, США было построено первое здания на металлическом каркасе, а именно 10-ти этажное офисный здание «Home Insurance Building». Нововведение позволило сделать стены тоньше, и одной толщины на всех этажах. Таким образом «Home Insurance Building» стало эталоном проектирования небоскрёбов.

Через пять лет в 1890 году в том же Чикаго было построено второе офисное здание со стальным каркасом «Rand McNally Building». Несложно заметить, что в Соединённых Штатах Америки быстро закрепилась новая технология, действительно на 2022 год использование металлического каркаса в жилищном строительстве США достигает – 12%, в то время как в РФ не доходит и до одного процента. Стоит так же отметить Японию и Китай, в которых процент жилищных зданий со стальным каркасом составляет 16,6% и 15% соответственно. [2, с. 1]

Большинство зданий с данного типа каркасом относятся к послевоенному времени, а именно второй половине XX века. Ярко символизирует данную тенденцию кварта Нью-Йорка – Сохо, знаменитый своими «чугунными» домами, часть из которых являются жилыми, часть — коммерческими. [1, с. 68]

В данный период на тот еще момент Советском союзе предпочтение отдается панельному строительству и использованию бетонного каркаса, что позволило быстро восстановить разрушенные за время Второй мировой войны города и села, а также позволило быстрее и эффективнее застроить Сибирь, Дальний Восток и другие регионы СССР, что привело к стремительной урбанизации населения.

Основная часть. Основные положения документа

1. Систематизация и унификация нормативных требований.

СП 546.1325800.2025 представляет собой комплексный нормативный акт, впервые системно регламентирующий все этапы проектирования жилых зданий высотой до 75 м со стальным каркасом, включая классификацию, объемно-планировочные, конструктивные решения, расчеты, инженерные системы и вопросы долговечности. Документ не отменяет, но дополняет положения базового СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» [4, с. 20-67], адаптируя их к специфике жилых зданий с учетом требований СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные». Таким образом, он выступает в роли единого «дорожного атласа» для проектировщика, значительно упрощая и ускоряя процесс разработки проектной документации. [5, с. 10-65]

2. Легитимизация современных конструктивных систем.

В документе официально закреплены не только классические рамные и связевые системы, но и передовые конструктивные решения, доказавшие свою эффективность. Особое внимание уделено применению легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) для наружных стен и внутренних перегородок, что открывает новые возможности для создания энергоэффективных и быстровозводимых зданий. Кроме того, СП дает классификацию и устанавливает требования к блочно-модульным системам полной заводской готовности, поддерживая общий тренд на индустриализацию строительства. Впервые детализированы правила проектирования сталежелезобетонных конструкций, в частности, плит перекрытий по профилированному настилу, что позволяет снизить затраты на опалубку и сократить объем бетонных работ. [3]

3. Архитектурно-планировочные возможности.

Важным положением документа является закрепление возможности реализации вариантной и свободной планировки квартир (п. 6.2.3). Отсутствие несущих стен, характерное для зданий на металлокаркасе, позволяет реализовывать любую поэтажную планировку без изменения несущей схемы. Для достижения этой гибкости СП рекомендует применение широкого шага колонн (7,2 м и более), что дает возможность гибко зонировать пространство на протяжении всего жизненного цикла здания. [7]

4. Современные подходы к расчетам и деталировке.

Свод правил ориентирует проектировщиков на использование современных методов расчета. Предписано выполнять расчет пространственной системы с учетом физической и геометрической нелинейности, что соответствует возможностям современных вычислительных комплексов и обеспечивает более точное моделирование работы конструкций под нагрузкой. Также в документе приведены практические приложения с рекомендуемыми узлами сопряжения элементов каркаса (базы и стыки колонн, сопряжения балок с колоннами), что превращает его в практическое руководство для конструкторов. [6, с. 11-50]

5. Комплексная защита и долговечность.

В СП 546.1325800.2025 значительное место уделено вопросам обеспечения долговечности, включая защиту от коррозии и способы огнезащиты конструкций. Для предотвращения дискомфорта жильцов даны четкие указания по обязательной виброизоляции оборудования. Кроме того, в документе конкретизированы требования к тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций, что критически важно для обеспечения комфортных условий проживания в каркасных зданиях.

Актуальность документа для РФ

Принятие СП 546.1325800.2025 имеет высокую социально-экономическую значимость для Российской Федерации.

Во-первых, документ формирует нормативную базу для интенсификации жилищного строительства. По оценке заместителя Министра строительства и ЖКХ РФ С. Музыченко, использование стального каркаса обеспечивает сокращение продолжительности возведения объектов и снижение массы зданий на 30–40 %, что ведет к уменьшению нагрузок на основания и позволяет осваивать участки со сложными инженерно-геологическими условиями. Преобладание сухих технологий монтажа делает процесс строительства круглогодичным, что критически важно для регионов с суровым климатом.

Во-вторых, новый свод правил органично вписывается в систему государственных приоритетов. Переход на индустриальные методы с применением металлокаркасов способствует наращиванию темпов ввода жилья и оптимизации себестоимости строительства, что полностью согласуется с целевыми ориентирами федерального проекта «Новый ритм строительства» в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни».[8]

В-третьих, документ выступает драйвером развития отечественной промышленности стройматериалов. Как подчеркивает генеральный директор АРСС А. Данилов, утверждение СП знаменует собой старт качественно нового этапа в эволюции стального домостроения в России. В ближайшей перспективе доля вводимого жилья на стальном каркасе имеет все шансы возрасти с нынешнего 1 % до 7 % к концу десятилетия. Это, в свою очередь, формирует долгосрочный платежеспособный спрос на металлопрокат и служит катализатором технологической модернизации смежных производственных цепочек. [9]

Заключение

СП 546.1325800.2025 представляет собой фундаментальный нормативно-технический акт, закладывающий целостную и непротиворечивую систему требований к проектированию многоквартирных зданий на металлическом каркасе.[10] Принятие данного документа снимает разночтения и административные препятствия для проектных организаций, вводит в правовое поле современные конструктивные схемы и создает надежный фундамент для достижения стратегических показателей по объему вводимого индустриального жилья. Успешная реализация открывающихся возможностей требует консолидированных усилий всех звеньев инвестиционно-строительной цепочки — от разработчиков проектной документации и заводов-изготовителей металлоконструкций до девелоперов и органов государственного регулирования.

Литература

1. Академический вестник УРАЛНИИПРОЕК, «Анализ исторического развития архитектуры многоэтажных жилых зданий с металлическим каркасом: опыт США» Енуленко Н.В., Беляева З.В. 68с. 2023г.
2. СП 546.1325800.2025 «Здания жилые многоквартирные со стальным каркасом. Правила проектирования» 16.10.2025 г. 1с.
3. Топ-5 нововведений для проектировщика в новом СП для жилых зданий со стальным каркасом. – ЦНИИП Минстроя России, 2025. URL: https://cniipminstroy.ru/press/news/top-5-novovvedenij-dlya-proektirovshhika-v-novom-sp-dlya-zhilyix-zdanij-so-stalnyim-karkasom
4. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» (с изменениями № 1–6)., стр. 20-67
5. СП 54.13330.2022 «Здания жилые многоквартирные» (с изменениями № 1, 2), стр. 10-65
6. ГОСТ 23118-2019 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия», стр.11-50/
7. СП 260.1325800.2023 «Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования»
8. «Новый ритм строительства», Национальные проекты России, URL: https://национальныепроекты.рф/new-projects/infrastruktura-dlya-zhizni/novyy-ritm-stroitelstva/
9. «Новый век городского строительства», Ассоциация Развития Стального Строительства АРСС URL: https://steel-development.ru/en/news/arss-news/3225-novyj-vek-gorodskogo-stroitelstva-utverzhdjon-svod-pravil-dlya-mnogoetazhek-na-stalnom-karkase
10. «Сергей Музыченко: Развитие собственных технологий и производств способствует достижению технологического суверенитета нашей страны», деловой портал о государственно-частном партнерстве «ГОСПАРТНЁР» URL: https://gospartner.club/pryamaya-rech/2024/10/31/sergej-muzychenko-razvitie-sobstvennyh-tehnologij-i-proizvodstv-sposobstvuet-dostizheniyu-tehnologicheskogo-suvereniteta-nashej-strany/

SP 546.1325800.2025 "Residential multi-storey buildings with a steel frame. Design rules." Basic provisions and relevance in the Russian Federation.

Nalgiev R.T.
Ingush State University

JEL classification: L61, L74, R53

The article discusses the new set of rules SP 546.1325800.2025, which came into force on October 16, 2025, and regulates the design of multi-apartment residential buildings up to 75 m high with a steel frame. The document was developed by leading industry-specific institutes (TsNIIPromzdaniy, TsNIISK im. V.A. Kucherenko, NIU MGSU) with the participation of the Association for the Development of Steel Construction (ARSS) and is intended to become a system-forming element of the regulatory framework for the introduction of industrial steel construction technologies in mass housing construction. The document's key sections have been analyzed, including the legitimization of modern structural systems, requirements for spatial and planning solutions, the use of lightweight steel thin-walled structures (LSTK), and composite steel-concrete systems. The relevance of adopting the SP in the context of the tasks of the federal project "New Construction Rhythm" of the national project "Infrastructure for Life" and the strategic goal of increasing the share of steel-framed housing from the current 1% to 7% by 2030 is substantiated. It is concluded that the implementation of the SP will contribute to increasing the speed of building construction, reducing their weight by 30-40%, implementing flexible architectural and planning solutions, and developing domestic production of construction materials.

Keywords: steel construction, multi-apartment residential buildings, set of rules, regulatory regulation, industrial housing construction, load-bearing frame, light steel thin-walled structures (LSTS), steel-concrete structures, fire protection, corrosion resistance.

References

1. Academic Bulletin of Uralniiproek, "Analysis of the Historical Development of the Architecture of Multi-Storey Residential Buildings with a Metal Frame: The Experience of the USA" by Enulenko N.V. and Belyaeva Z.V. 68p. 2023.
2. SP 546.1325800.2025 "Multi-Storey Residential Buildings with a Steel Frame. Design Rules" 16.10.2025 1c.
3. Top 5 innovations for the designer in the new SP for residential buildings with a steel frame. – TsNIIP of the Ministry of Construction of Russia, 2025.
4. SP 16.13330.2017 "Steel Structures" (with amendments No. 1-6), pp. 20-67
5. SP 54.13330.2022 "Residential Multi-Family Buildings" (with amendments No. 1, 2), pp. 10-65
6. GOST 23118-2019 "Steel Construction Structures. General Technical Conditions", page 11-50/
7. SP 260.1325800.2023 "Steel thin-walled structures made of cold-bent galvanized profiles and corrugated sheets. Design Rules"
8. "New Construction Rhythm", National Projects of Russia,
9. The New Age of Urban Construction", ARSS Steel Construction Development Association
10. "Sergey Muzichenko: The development of our own technologies and production facilities contributes to achieving our country's technological sovereignty," GOSPARTNER business portal on public-private partnerships

Принципы типизации и унификации элементов в проектировании быстровозводимых жилых зданий

Палуаниязов Нажиматдин Сапарнияз улы
аспирант, факультет строительства и архитектуры, Юго-Западный государственный университет, najimatdin.paluaniyazov@yandex.ru

В статье раскрывается содержание принципов типизации и унификации применительно к проектированию быстровозводимых жилых зданий, рассматриваемых как объекты высокой заводской готовности. Разграничены базовые понятия типизации, унификации и модульной координации размеров, прослежена их эволюция от индустриального домостроения середины XX века к современным концепциям настраиваемого набора элементов, массовой индивидуализации и проектирования под изготовление и сборку. Особое внимание уделено архитектурному измерению этих методов и противоречию между серийной повторяемостью и требованием разнообразия жилой среды. На основе анализа отечественной и зарубежной теории и практики предложен подход, структурирующий проектную работу по уровням типизации с разграничением повторяемого и вариативного: максимальная унификация несущего каркаса и узлов при сохранении вариативности фасадной оболочки, заполнения и пространственной комбинаторики типовых ячеек. Обобщением подхода выступает авторская модель, распределяющая методы типизации и унификации по слоям здания и задающая последовательность принятия проектных решений. Сформулированные принципы проиллюстрированы реализованными примерами быстровозводимого жилья в России и за рубежом.

Ключевые слова: быстровозводимое жильё, архитектурные решения, типизация, унификация, модульная координация размеров, индустриальное домостроение, массовая индивидуализация.

Введение

Жилищное строительство на протяжении последнего столетия движется в сторону индустриализации, при которой возведение здания всё в большей степени переносится с площадки в заводской цех, а сама постройка собирается из заранее изготовленных элементов. Глобальный масштаб этого сдвига отражается и в рыночных оценках: объём сектора сборного строительства в 2023 году достигал порядка 84,5 млрд долл. с прогнозом роста до 131,6 млрд долл. к 2030 году [1]. В России доля зданий, возводимых по индустриальным технологиям, пока невелика, однако стратегические ориентиры отрасли предполагают её существенное увеличение в ближайшее десятилетие [1]. Внутри этого процесса особое место занимают быстровозводимые жилые здания – объекты, собираемые из элементов высокой заводской готовности в предельно сжатые сроки. Их проектирование подчинено логике серийного промышленного производства, а потому опирается на два взаимосвязанных метода – типизацию и унификацию, которые задают номенклатуру повторяемых элементов и согласуют их размеры и узлы. Вместе с тем именно эти методы исторически связывались с однообразием застройки и обеднением архитектурного облика, что обнажает ключевое противоречие: повторяемость, необходимая для скорости и экономики, вступает в конфликт с требованием архитектурного разнообразия и качества жилой среды. Исходя из обозначенного, цель статьи – раскрыть содержание принципов типизации и унификации применительно к проектированию быстровозводимого жилья и предложить подход, позволяющий совместить индустриальную повторяемость элементов с архитектурной вариативностью.

Основная часть

Прежде чем рассматривать проектные приёмы, следует разграничить базовые понятия, которые в практике нередко смешиваются. Под типизацией понимается отбор ограниченного числа наиболее рациональных решений (планировочных ячеек, конструктивных элементов, узлов) и их многократное применение взамен индивидуального проектирования каждого случая. Унификация – это приведение разнотипных элементов к единым параметрам: габаритам, способам сопряжения, нагрузочным характеристикам, что обеспечивает их взаимозаменяемость и совместимость в пределах одной системы. Связующим инструментом выступает модульная координация размеров – соподчинение всех габаритов здания и его частей единому исходному модулю, благодаря чему элементы стыкуются без подгонки. Отечественная традиция накопила значительный опыт применения этих методов: уже в индустриальном жилищном строительстве 1930–1950-х годов типовая секция стала основной единицей массовой застройки, а стандартизация конструкций позволила многократно нарастить темпы ввода жилья [2]. Этот исторический опыт показателен и своей оборотной стороной – жёсткая унификация при узкой номенклатуре изделий вела к монотонности фасадов и планировок, последствия которой во многом определили скептическое отношение к сборному жилью.

Современное прочтение типизации и унификации заметно отличается от индустриального домостроения прошлого века. Ключевым сдвигом стал переход от логики «уникального прототипа» к логике проектирования настраиваемого набора деталей, при котором архитектор работает не с готовым зданием, а с системой взаимозаменяемых элементов [1]. В зарубежной литературе эта идея оформилась в концепции «kit-of-parts» – набора заранее спроектированных, готовых к производству компонентов, из которых посредством конфигуратора собираются различные планировочные и объёмные решения в рамках единой платформы; такой подход позволяет наращивать эффективность производства, не жертвуя проектной гибкостью [3]. Близкое по смыслу понятие массовой индивидуализации (mass customization) описывает стратегию, при которой серийность производства сочетается с возможностью адаптации конечного продукта под конкретный запрос [3]. Существенно, что эффективность подобных систем закладывается уже на ранних стадиях: методология «проектирования под изготовление и сборку» (Design for Manufacture and Assembly, DfMA) предполагает стандартизацию и упрощение решений, раннюю координацию специалистов и выбор технологичных узлов как условие производительной офсайт-сборки [4]. Степень индустриализации при этом непосредственно влияет на архитектуру: принято различать несколько уровней заводской готовности – от отдельных компонентов и плоских панелей до объёмных трёхмерных модулей,

и каждый уровень по-своему ограничивает или расширяет свободу формообразования [1].

Архитектурное значение унификации полнее всего раскрывается на уровне конструктивной системы. Показательна концепция унифицированной каркасно-панельной технологии, в рамках которой разработана единая геометрия всех элементов и узлов каркаса, пригодная для здания любой архитектурно-планировочной схемы; все детали и крепления сведены в единый каталог, образующий сквозную систему «проектирование – производство – строительство» [5]. Автор этой концепции прямо указывает на дефект традиционной практики: каждое архитектурно-планировочное решение, как правило, оказывается продуктом одноразового применения, при котором требования модульной координации соблюдаются слабо или вовсе игнорируются, а рост числа типоразмеров определяется незначительными расхождениями размеров деталей [5]. Преодоление этого дефекта видится в том, чтобы повторяемые узлы и интерфейсы один раз тщательно проработать и затем тиражировать, оставляя вариативность на уровне заполнения, фасада и инженерной начинки. Зарубежные исследования подтверждают практическую отдачу такой формализации: построение модульной системы проектирования сборных элементов на основе базы инженерных знаний повышало эффективность работы проектировщиков и охватывало подавляющее большинство типовых компонентов проекта [6]. Таким образом, унификация перестаёт быть синонимом обеднения формы и превращается в инструмент управляемой вариативности.

Реальная практика подтверждает, что повторяемость элементов и архитектурная выразительность совместимы. Зарубежный опыт демонстрирует это на разных масштабах: жилая башня Apex House в Лондоне высотой 29 этажей была собрана из 679 объёмных модулей заводской готовности примерно за двенадцать месяцев (рис. 1), а 44-этажное здание на Джордж-стрит в Кройдоне на момент завершения стало самым высоким модульным сооружением в мире.

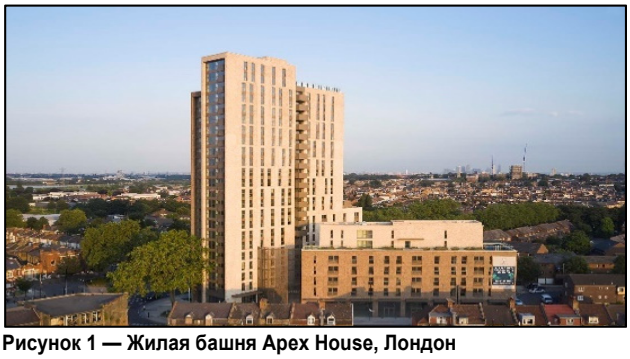


Рисунок 1 — Жилая башня Apex House, Лондон

На уровне производственной культуры показателен шведский завод Lindbäcks, где жилой модуль сходит с конвейера каждые тридцать минут по принципу, заимствованному у автомобилестроения. Отечественная практика последних лет также вышла за рамки временных построек: московский пилотный модульный жилой комплекс собирается из сверхкрупных железобетонных модулей площадью до 100 кв. м и готовностью около 90 % при темпе монтажа порядка десяти модулей в день, причём разнообразие фасадных решений намеренно используется для того, чтобы сместить акцент с монотонности типового поэтажного членения [7] (рис. 2). Эти примеры подтверждают, что архитектурное качество достигается не отказом от типизации, а перераспределением вариативности на те уровни системы, где она не разрушает серийность производства.

Рисунок 2 — Модульный жилой комплекс на 9-й Северной линии, Москва

Обобщая теоретические положения и практику, можно предложить структурировать проектную работу с быстровозводимым жильём по уровням типизации, разграничивая повторяемое и вариативное. Логика такого разграничения сводится к нескольким принципам:

1) Несущий каркас и узлы сопряжения подлежат максимальной унификации – единая геометрия, ограниченный сортамент сечений, повторяемые соединения.

2) Объёмно-планировочная ячейка типизируется до ограниченного набора типоразмеров, достаточного для основных сценариев проживания.

3) Фасадная оболочка и заполнение остаются зоной вариативности – цвет, ритм проёмов, глубина лоджий, комбинаторика выступов.

4) Инженерные системы стандартизируются на уровне закладных и интерфейсов, сохраняя возможность разной комплектации.

Предлагаемое распределение можно свести в таблицу, сопоставляющую уровни системы с применяемым методом и архитектурным результатом (табл. 1).

Таблица 1

Распределение методов типизации и унификации по уровням элементов быстровозводимого жилого здания

Уровень элемента	Ведущий метод	Степень повторяемости	Архитектурный результат
Несущий каркас, узлы	Унификация	Высокая	Технологичность, скорость монтажа
Объёмная ячейка (модуль)	Типизация	Средняя	Предсказуемое качество планировок
Фасадная оболочка	Комбинаторика	Низкая	Индивидуальность облика
Инженерное оснащение	Стандартизация интерфейсов	Средняя	Гибкость комплектации

Содержательная новизна предлагаемого подхода состоит в том, что архитектурное разнообразие трактуется не как отступление от индустриальной логики, а как её закономерное продолжение: чем строже унифицированы каркас и узлы, тем больше степеней свободы высвобождается на уровне оболочки и заполнения без потери серийности. Дополнительным принципом, существенным именно для архитектуры жилья, выступает приём пространственной комбинаторики – варьирование взаиморасположения типовых ячеек. Ещё советская практика показала, что разворот и сдвиг одинаковых объёмных блоков в шахматном порядке позволяет избежать монотонности фасада при неизменной номенклатуре изделий [7]. В современных условиях этот приём усиливается переменной этажностью, ступенчатыми силуэтами и работой с общественными пространствами стилобата, что превращает повторяемый модуль в средство формирования неоднородной, воспринимаемой как живой городской среды. Тем самым принципы типизации и унификации из ограничителя архитектурного творчества становятся его рабочим инструментом, а проектировщик быстровозводимого жилья мыслит одновременно категориями пространства и производственной цепочки.

Рисунок 3 — Послойная модель распределения унификации и вариативности в быстровозводимом жилом здании

Нами предлагается обобщить изложенные положения в виде послойной модели быстровозводимого жилого здания, представляющей постройку как совокупность четырёх слоёв, упорядоченных по нарастанию допустимой вариативности: несущий каркас и узлы, объёмная ячейка, инженерное оснащение, фасадная оболочка (рис. 3). Каждому слою сопоставлены ведущий метод и допустимая степень повторяемости, а переход между слоями описывается единым правилом: чем ниже слой в структуре здания, тем строже его унификация, и тем шире становится поле проектных решений в вышележащих слоях. Несущий каркас,

принятый за инвариантную основу, фиксирует геометрию и сетку сопряжений; именно его унификация высвобождает свободу комбинаторики на уровне фасадной оболочки без нарушения серийности производства. Практическая ценность модели состоит в том, что она задаёт последовательность принятия решений и определяет, на каком слое архитектор вправе вводить вариативность, не вступая в противоречие с требованиями заводского производства. Тем самым типизация и унификация переходят из разряда внешних ограничений в инструмент управления архитектурным разнообразием.

При этом предлагаемый подход не отменяет объективных ограничений индустриального жилья. Чрезмерное дробление номенклатуры лишает завод конвейерных преимуществ, поэтому эффективность модульного метода прямо зависит от ограниченного числа типоразмеров блоков [1]. Транспортировка объёмных элементов накладывает жёсткие габаритные и логистические рамки, а узлы сопряжения модулей остаются критической зоной с точки зрения теплотехники и герметизации [7]. Сравнительный анализ мировой практики показывает, что ни один уровень заводской готовности не является универсально оптимальным, а выбор между компонентами, панелями и объёмными модулями определяется конкретными условиями проекта [8]. К этому добавляются вопросы энергоэффективности и стоимости, которые при проектировании сборного жилья целесообразно оценивать уже на ранней стадии, увязывая их с выбором номенклатуры элементов [9]. Поэтому распределение вариативности по уровням системы следует рассматривать как рамку проектных решений, и в большинстве случаев наиболее рациональными оказываются гибридные схемы, сочетающие разные степени префабрикации [1].

Заключение

Обобщая, отметим, что типизация и унификация в проектировании быстровозводимого жилья представляют собой не пережиток индустриального домостроения XX века, а развивающийся методический аппарат, переосмысленный в категориях настраиваемого набора элементов, массовой индивидуализации и проектирования под изготовление и сборку [10]. Их архитектурный потенциал раскрывается при условии осознанного разграничения повторяемого и вариативного: максимальная унификация несущего каркаса и узлов высвобождает свободу на уровне фасадной оболочки, заполнения и пространственной комбинаторики типовых ячеек. Предложенная нами модель формализует это разграничение и переводит его в практический инструмент, задающий последовательность проектных решений для конкретного объекта. Такой подход, подкреплённый отечественной и зарубежной практикой, позволяет совместить скорость, экономичность и контролируемое качество сборки с архитектурным разнообразием жилой среды, а наиболее устойчивые результаты достигаются в гибридных схемах, рационально сочетающих различные уровни заводской готовности под конкретные условия проекта.

Литература

1. Чутьев Д. И., Иевлева О. Т. Обзор существующих подходов к архитектуре объектов индустриального домостроения // Инженерный вестник Дона. 2026. № 4 (136). С. 40.
2. Улько А. С., Ястребова И. М. Стандартизация и типизация в отечественном жилищном строительстве (1930–1950 гг.) // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. № 2 (51). С. 69–79. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15105.
3. Cao J., Bucher D. F., Hall D., Lessing J. Cross-phase product configurator for modular buildings using kit-of-parts // Automation in Construction. 2021. Vol. 123. P. 103437. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103437.
4. Bao Z., Laovisutthichai V., Tan T., Wang Q., Lu W. Design for manufacture and assembly (DfMA) enablers for offsite interior design and construction // Building Research & Information. 2021. Vol. 50, № 3. P. 325–338. DOI: 10.1080/09613218.2021.1966734.
5. Макаров А. Г. Новая концепция каркасно-панельной технологии индустриального строительства // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18, № 5. С. 673–684. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.5.673-684.
6. Li N., Yu F., Liu J., Ye X., Xie X. Research on the Modular Design and Application of Prefabricated Components Based on KBE // Buildings. 2023. Vol. 13, № 12. P. 2980. DOI: 10.3390/buildings13122980.
7. Ларионов И. В., Калинина Н. С. Архитектурные тенденции и перспективы модульного многоэтажного строительства // Системные технологии. 2024. № 4 (53). С. 165–172. DOI: 10.48612/dnitii/2024_53_165-172.
8. Хубаев А. О., Саакян С. С., Макаев Н. В. Мировая практика в области модульного строительства // Construction and Geotechnics. 2020. Т. 11, № 2. С. 99–108.
9. Savvides A., Michael A., Vassiliades C., Parpa D., Triantafyllidou E., Englezou M. An examination of the design for a prefabricated housing unit in Cyprus in terms of energy, daylighting and cost // Scientific Reports. 2023. Vol. 13, № 1. P. 12611. DOI: 10.1038/s41598-023-38045-5.
10. Иванов П. В., Яковлев А. П. Современное модульное строительство и его значимость в настоящее время // Вестник науки. 2025. Т. 2, № 5 (86). С. 1047–1055.

Principles of typification and unification of elements in the design of rapidly erected residential buildings

Paluaniyazov Najimatdin Saparniyaz uly
Southwest State University

JEL classification: L61, L74, R53

The article reveals the content of the principles of typification and unification as applied to the design of rapidly erected residential buildings considered as objects of high factory readiness. The basic concepts of typification, unification and modular coordination of dimensions are distinguished, and their evolution is traced from the industrial house-building of the mid-twentieth century to modern concepts of a configurable kit of parts, mass customization and design for manufacture and assembly. Particular attention is paid to the architectural dimension of these methods and to the contradiction between serial repeatability and the requirement for diversity of the living environment. Based on an analysis of domestic and foreign theory and practice, an approach is proposed that structures design work by levels of typification with a distinction between the repeatable and the variable: maximum unification of the load-bearing frame and joints while preserving the variability of the facade envelope, infill and spatial combinatorics of standard cells. The approach is generalized into the author's layered model, which distributes the methods of typification and unification across the building's layers and establishes the sequence of design decisions. The formulated principles are illustrated by implemented examples of rapidly erected housing in Russia and abroad.

Keywords: rapidly erected housing, architectural solutions, typification, unification, modular coordination of dimensions, industrial house-building, mass customization.

References

1. Chutyev D. I., Ievleva O. T. Review of existing approaches to the architecture of industrial house-building objects. Inzhenernyy vestnik Dona. 2026. No. 4 (136). P. 40.
2. Ulko A. S., Yastrebova I. M. Standardization and typification in domestic housing construction (1930–1950). Architecture and Modern Information Technologies. 2020. No. 2 (51). Pp. 69–79. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15105.
3. Cao J., Bucher D. F., Hall D., Lessing J. Cross-phase product configurator for modular buildings using kit-of-parts. Automation in Construction. 2021. Vol. 123. P. 103437. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103437.
4. Bao Z., Laovisutthichai V., Tan T., Wang Q., Lu W. Design for manufacture and assembly (DfMA) enablers for offsite interior design and construction. Building Research & Information. 2021. Vol. 50, No. 3. Pp. 325–338. DOI: 10.1080/09613218.2021.1966734.
5. Makarov A. G. New concept of frame and panel technology for industrial construction. Vestnik MGSU. 2023. Vol. 18, No. 5. Pp. 673–684. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.5.673-684.
6. Li N., Yu F., Liu J., Ye X., Xie X. Research on the Modular Design and Application of Prefabricated Components Based on KBE. Buildings. 2023. Vol. 13, No. 12. P. 2980. DOI: 10.3390/buildings13122980.
7. Larionov I. V., Kalinina N. S. Architectural trends and prospects of modular multi-storey construction. Sistemnye tekhnologii. 2024. No. 4 (53). Pp. 165–172. DOI: 10.48612/dnitii/2024_53_165-172.
8. Khubaev A. O., Saakyan S. S., Makaev N. V. World practice in the field of modular construction. Construction and Geotechnics. 2020. Vol. 11, No. 2. Pp. 99–108.
9. Savvides A., Michael A., Vassiliades C., Parpa D., Triantafyllidou E., Englezou M. An examination of the design for a prefabricated housing unit in Cyprus in terms of energy, daylighting and cost. Scientific Reports. 2023. Vol. 13, No. 1. P. 12611. DOI: 10.1038/s41598-023-38045-5.
10. Ivanov P. V., Yakovlev A. P. Modern modular construction and its significance at the present time. Vestnik nauki. 2025. Vol. 2, No. 5 (86). Pp. 1047–1055.

Проблемы размещения парковок при проектировании в жилых комплексах города Хабаровска

Панчук Наталья Николаевна
старший преподаватель, ВШ АГ, panch-03@inbox.ru

Статья посвящена актуальной проблеме нехватки парковочных мест в жилых районах г. Хабаровска. Рассматриваются вопросы по удовлетворению потребностей жителей города в парковочных местах. Предлагаются способы организации парковочных мест в городской среде путём внедрения автоматизированных систем управления достаточного количества с учётом особенностей проектирования парковок в России.
Ключевые слова: жилой комплекс, придомовая территория, автостоянки, парковочные места, автоматизированные парковки, инфраструктура, городская среда, безопасность автомобиля.

Введение

В настоящее время происходит стремительный рост городов в современном мире, можно сказать стремительно из-за увеличения роста населения в том числе, что в этой связи увеличивается и число личных автотранспортных средств. Однако инфраструктура не монетизируется, особенно в жилых районах, где парковки не предусмотрены еще на стадии проектирования, что характерно для старых районов, либо не рассчитаны на постоянное увеличение количества автомобилей.

Несмотря на развитие транспортной сети из-за быстрого прироста автотранспорта становится невозможным удовлетворить потребности населения к свободному перемещению по городу. Парковка вдоль края проезжей части особенно негативно влияет на транспортную ситуацию, существенно сужая проезжую часть, создаются заторы, которые в свою очередь нередко приводят к авариям.

В настоящее время проблемы загруженности дорог и парковки автотранспорта в жилых районах достаточно актуальны для большинства городов России, в том числе и для городаХабаровска.

Между тем ввиду нехватки парковочных мест автовладельцы вынуждены парковаться в абсолютно непригодных для этого местах: на газонах, тротуарах и детских площадках. Хотя согласно ПДД автомобильная парковка разрешена только на специализированных наземных или подземных автопарковках во дворах жилых домов [1]. В тёмное время суток поиски парковочного места в жилых районах значительно увеличиваются по времени, что причиняет неудобства как самим автомобилистам, так и жителям, проводящим досуг на дворовой территории. Также дефицит парковочных мест создаёт препятствие для подъезда к домам автомобилей экстренных и технических служб. Еще на стадии проектирования многоквартирных жилых домов нужно учитывать нормативы и правила, которые касаются обустройства территории прилегающей к дому. Так, в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» расстояние от открытых автостоянок разной вместимости до фасадов жилых домов и торцов с окнами должно составлять:

до 10 машин – не менее 10 м;

1–50 машин – не менее 15 м;

51–100 машин – не менее 25 м. [8]

Так, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 четко обозначен разрыв от открытых сооружений и паркингов до фасадов жилых домов и торцов (как с окнами, так и без), и это расстояние должно составлять не менее 10 м.

Указанные расстояния допускается сокращать для гаражей на 25% этого расстояния при отсутствии в гаражах открывающихся окон, а также въездов, ориентированных в сторону жилых и общественных зданий (СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»). [9].

Основной проблемой проектирования жилых комплексов (ЖК) в г. Хабаровске является удалённость новых объектов от точек притяжения города и слабая транспортная и пешеходная доступность. Например, расстояние от ЖК Дуэт (рис. 1) до ближайшей остановки общественного транспорта составляет приблизительно 0,7 км. Расстояние до ближайшего муниципального [8] детского сада – 1,7 км, до школы – 0,8 км, до поликлиники – 1,1 км, до супермаркета – 0,5 км. Это нарушает установленные требования нормативных документов. По СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» расстояние от школы и детского сада до жилых зданий не должно превышать 500 м**.,** а в условиях стесненной городской застройки и труднодоступной местности — 800 м. [7]. Чтобы добраться до школы и поликлиники, необходимо пересечь улицу Карла Маркса - одну из главных артерий города. Это нужно будет в первую очередь школьникам, маленькими детям в сопровождении взрослых и пожилым людям – наиболее уязвимым категориям населения. Увеличение потока людей через улицу приведёт к повышению риска ДТП и увеличению трафика.

Одним из первых этапов работы над проектом является предпроектная подготовка. Это подготовительный этап, во время которого происходит сбор необходимой информации относительно будущего объекта. Помимо сбора всех важных технических условий и инженерно-технических изысканий необходимо провести маркетинговые исследования и оценить эффективность проекта, в том числе выявить целевую аудиторию.

Это будущие жители проектируемого жилого комплекса, их демографические и социальные характеристики: пол, возраст, уровень образования и дохода. От этого зависит поведение, привычки, стиль жизни людей. Так, семья с детьми нуждается в большем количестве благ шаговой доступности в отличие от одиноких молодых людей [4]. Также необходимо учитывать финансовую обеспеченность дольщиков, государственные программы, такие как Дальневосточная или семейная ипотека. Подобный анализ обуславливает необходимые точки притяжения и локацию нового жилого комплекса.

В Хабаровске есть примеры точечной застройки в уже сложившимся спальном районе. Например, ЖК Беринг от застройщика КЕТОМ, который строится на месте частного сектора на пересечении улиц Деповская и Заозёрная. Здесь большинство точек притяжения в шаговой доступности. Подобный вариант застройки позволяет эффективнее использовать общественный транспорт и существующую инфраструктуру.

Однако если тенденция по замене частного жилья на многоквартирные дома продолжится, возникнет ряд проблем. Микрорайон рассчитан на определённое количество жителей, следовательно их чрезмерное увеличение приведёт к проблемам социальной обеспеченности, детские сады и школ будут переполнены. Могут возникнуть перебои в работе инженерных систем. Рост числа личных автотранспортных средств приведёт к увеличению трафика на улицах микрорайона, усилится дефицит парковочных мест. Таким образом, городская среда потеряет комфорт [3].

Это примеры точечной застройки, которая не удовлетворяет потребностей жителей города. Точечная застройка не решает экономических задач района, напротив, такой подход к проектированию создает дополнительную нагрузку на социальную, транспортную и торговую инфраструктуру существующих районов из-за увеличения числа жителей.

Альтернативой точечной застройки становится комплексное развитие территории, кластерная застройка. Жилой кластер — это масштабная жилая застройка, включающая несколько соседних развитых кварталов.

Строительство нового района с нуля является одним из основных преимуществ кластерной застройки по сравнению с точечной, когда необходимо встраиваться в существующий район. Такой подход позволяет обеспечить жителей всей необходимой инфраструктурой — школы и детские сады, коммерческие объекты, пространства для досуга, услуги и сервисы под разные предпочтения и запросы. Это закладывается в единую концепцию, что позволяет соблюсти баланс между потребностями, избежать дублирования, изоляции одного проекта от другого. Изначально планируется транспортный каркас, удобная дорожная сеть и общественный транспорт.

Одной из известных компаний России, занимающейся разработкой кластерных проектов, является ПИК. Их Матвеевский кластер в Москве - яркий пример кластерной застройки. В Матвеевский кластер входит четыре жилых квартала: «Vangarden», «Новое Очаково», «Большая Очаковская 2» и «Матвеевский парк». Они находятся рядом со станцией метро «Аминьевская» и отличаются друг от друга планировками, имеют свои архитектурные особенности. Близость кварталов обеспечит жителям хороший выбор сервисов и полезных мест — всё необходимое будет буквально рядом с домом.

Кварталы связаны прогулочным мостом от бюро Gillespies, который располагается по центру двухкилометрового пешеходного бульвара. Он станет зеленой артерией кластера, в которой будут соединяться прогулочные маршруты, дорожки для индивидуальных транспортных средств. На бульваре будут разбиты скверы, оборудован пешеходный сухой фонтан с подсветкой, запроектированы коммерческие помещения - магазины и кафе. Под мостом предлагается современное общественное пространство — с парком и местами для отдыха. Благодаря такому решению жители кластера смогут быстро перемещаться вдоль квартала, посещать не только поликлинику или торговые центры соседних проектов, но и дойти до метро «Аминьевская» и станции будущего МЦД-4 «Очаково».

В кластере откроется пять школ — три общеобразовательные и две начальные и шесть детских садов. На территории кластера проектом предполагается городская поликлиника, физкультурно-оздоровительный центр и торгово-развлекательный центр[4].

В городе Хабаровске так же проектируется жилой кластер. Район «Вершины» от застройщика «Перспектива» развернется в границах улиц Трехгорная и Совхозная, недалеко от микрорайона Ореховая сопка. Кластер будет включать в себя три квартала — «Кедровый», «Пихтовый» и «Маньчжурский», состоящих из домов переменной этажности от 9 до 25 этажей.

Проектом предусмотрены необходимая объекты социальной инфраструктуры. Детские сады, две школы на 1800 учащихся, поликлиника, торгово-развлекательные центры, парковая территория и бизнес-центры. В районе обеспечены дворовые пространства без машины. Места для временной парковки расположены по периметру квартальных модулей снаружи. Вдоль всего района предусмотрены многоуровневые паркинги.

1. Анализ ситуации в г. Хабаровске на примере района Большая-Вяземская.

В Хабаровске происходит комплексное освоение территорий, строится большое количество жилых комплексов. Однако даже новые микрорайоны недостаточно оснащены парковками. Более того на месте наземных парковок и гаражей строят здания. Например, по улице Воронежская, где раньше была наземная парковка приблизительно на 50 машиномест, сейчас строится жилой комплекс «Вишнёвый сад». (рис. 1)

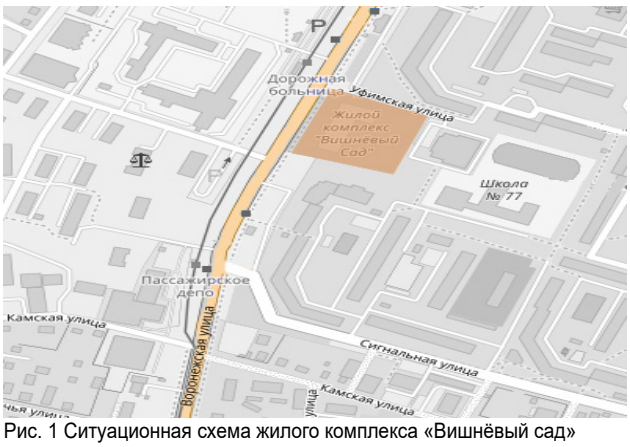


Рис. 1 Ситуационная схема жилого комплекса «Вишнёвый сад»

Проблема оснащения жилых домов парковками заключается прежде всего в финансовом аспекте. Застройщику невыгодно возводить многоуровневые автостоянки, поскольку для большинства собственников квартир эконом и комфорт класса, дополнительные затраты на покупку или аренду машино-места – ощутимая финансовая нагрузка. Например, по улице Сигнальная существует наземная открытая платная парковка «Моисей», однако она не пользуется спросом из-за необходимости платить за парковку, а также по причине удалённости от жилых домов.

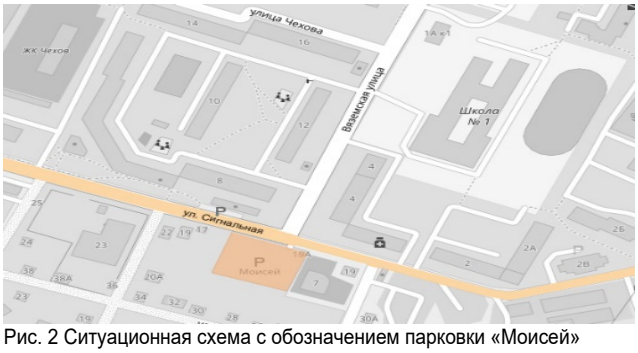


Рис. 2 Ситуационная схема с обозначением парковки «Моисей»

Себестоимость строительства подземных и многоэтажных наземных паркингов весьма высока, а с учётом клиентской базы затраты просто не окупаются. Поэтому необходимо искусственно создать интерес людей на парковочные места, сократив количество машиномест на придомовой территории, проектируя парковку на нижних этажах жилых зданий. Так создаётся «двор без машин». Этот вариант повышает безопасность жителей и их транспортных средств, создаёт комфорт и эстетику дворов, одновременно являясь выгодным условием для застройщика.

2. Примеры парковочных систем, применяемых в жилых комплексах.

В наши дни технологии позволяют повысить эффективность использования пространства стоянки во много раз. Привычные наземные паркинги не только не рациональны с точки зрения эксплуатации территории, но и создают проблему разорванности инфраструктуры. Поэтому в зависимости от условий застройки помимо подземных комплексов используются следующие парковочные системы:

- роторные;
- башенные;
- пазловые;
- стеллажные парковки.

Роторная парковка, вместимостью до 16 автомобилей, занимает всего лишь 3 парковочных места (рис. 3). Последовательность действий

водителя при парковки следующая: въезд на платформу, выход из машины, нажатие на кнопку активации механизма. Платформа-парковочное место вместе с автомобилем поднимется на уровень выше, а её место занимает следующая. Пример такой системы – стоянка в районе «Останкино» от компании «Транспортная миссия» [6].

Рис. 3 Роторная парковка

Башенная парковка или Tower Parking — это многоуровневая самонесущая конструкция, которая представляет собой центральный подъемник лифтового типа с парковочными платформами по краям. Существуют виды башенных парковок с парковочными платформами как с двух сторон (рис.4), так и с четырех. Модульные паркинги башенного типа могут быть оснащены поворотным столом в зоне приёма и выдачи автомобилей.

Также есть модификация с парковочными платформами, размещенными по кругу. Примером подобной конструкции является парковка Wolfburg's Volkswagen Autostadt.

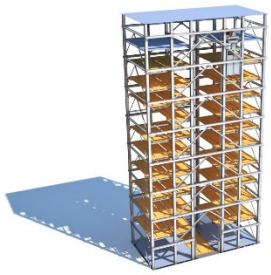


Рис. 4 Башенная парковка

Пазловая парковка устроена по принципу матрицы с одной свободной ячейкой (рис. 5). Организация работы парковочной системы реализуется за счёт перемещения поддонов верхнего уровня хранения автомобилей вверх-вниз и нижнего уровня вправо-влево для освобождения нужной ячейки. Пазловый паркинг можно как запроектировать в здании, так установить на открытых парковках, благодаря электромеханическому приводу исполнительных механизмов. Режимы управления паркингом — автоматическое, полуавтоматическое, ручное. Управление осуществляется с помощью бесконтактных карт, пультов управления, сенсорных панелей. Есть возможность аренды определенного машиноместа. Конструкция модуля предоставляет возможность его демонтажа и переноса на новое место. Путём стыковки модулей может быть достигнута необходимая вместимость, так можно собирать парковку в соответствии с нуждами заказчика и изменять её конфигурацию.

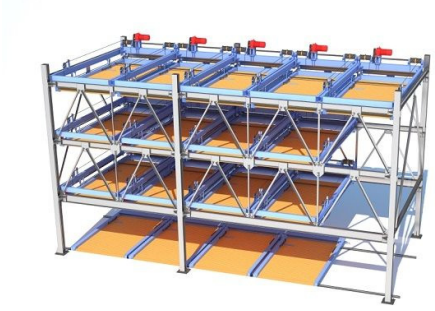


Рис. 5 Пазловая парковка

Стеллажная парковка похожа по внешнему виду на пазловую, но, в отличие от нее, парковочные платформы здесь статичны (рис. 6). Постановка и выдача автомобиля осуществляется за счёт трёхкоординатного погрузчика-манипулятора. Также осуществимо наращивание ёмкости парковки за счёт мобильности модулей. Такие парковочные системы пользуются популярностью в развитых странах с высоким уровнем урбанизации, к примеру, в США, Великобритании, Германии и в других странах, давно столкнувшихся с проблемами нехватки парковочных мест и неэффективностью парковки. Россия столкнулась с этими проблемами относительно недавно. [7].

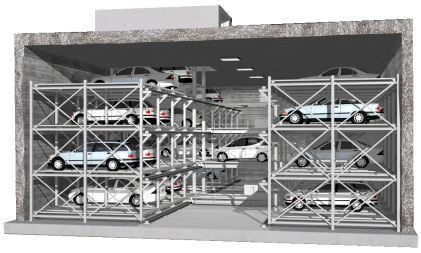


Рис. 6 Стеллажная парковка

Использование автоматизированных парковочных систем водителем сделает сам процесс парковки быстрым, легким, а автомобиль будет находиться в безопасности. Таким образом владельцам автомобилей будет понятно, на что тратятся деньги, которые идут на оплату парковки. Со стороны владельцев парковок и застройщиков использование таких систем дает ряд преимуществ: возможность различной геометрической конфигурации, легкая адаптация к любому индивидуальному проекту, отсутствует необходимость установки дорогих осветительных и вентиляционных систем, контроль состояния парковки, контроль за исправностью оборудования и оперативный ремонт, минимизация конфликтных ситуаций между владельцем парковки и клиентом из-за стоимости парковки и безопасности.

3. Заключение.

В наше время для России характерно увеличение масштабов урбанизации. Население в городах заметно возрастает, что влечёт расширение и усложнение городской инфраструктуры. Демонстративным примером тому может служить увеличение числа личного автотранспорта. Рост плотности населения и застройки городов – необратимый процесс, который, можно сказать, не контролируется [11].

Главной задачей застройщиков является максимальное получение прибыли, поэтому большинство проектных решений парковок интересы жильцов не учитывают. В то же время многие люди не готовы платить за парковку, если есть свободное бесплатное место рядом с домом.

Кластерная структура предполагает создание единой социальной среды для в рамках всего кластера. Основой концепции является разнообразие инфраструктурных объектов, обеспечивающих высокий уровень комфорта собственникам недвижимости. Девелоперы проектов создают гарантированный объем потенциального спроса, закрывая большую часть ежедневных потребностей жителей. А для целевой аудитории как правило важна инфраструктура, транспортная доступность и безопасность. Жителям кластера не нужно покидать район, чтобы посидеть в кофейне, сходить в парикмахерскую или спортзал. Рядом есть пекарни, супермаркеты, парикмахерские и магазины для животных, зелёные территории для досуга [6].

Кластерная застройка с комплексным подходом к планированию территории — необходимый вектор проектирования Хабаровска. Комплексный подход к планированию и застройке территории дает возможность заранее учесть запросы людей на привлекательную, благоприятную и безопасную среду для жизни, запрограммировать актуальные сценарии использования территории и создать законченный архитектурный образ. А с другой — грамотно интегрировать территорию в уже существующую городскую застройку.

Подходов к решению проблемы дефицита парковочных мест в жилых районах решается по-разному. Основные моменты, которые необходимо учитывать при застройке, — это организация удобного и достаточно вместительного паркинга, контролируемый доступ для гостей, посетителей инфраструктурных объектов, расположенных на территории жилых комплексов, а также свободный и круглосуточный доступ для автотранспорта специальных, экстренных, медицинских служб. Расширение территорий для стоянок при строительстве новых жилых районов и

создание бюджетных машино-мест может стать одним из подходов к решению проблемы.

Автоматизированные парковки являются крайне эффективным способом решения проблемы нехватки парковочных мест, позволяющим размещать большее количество автомобилей на меньшей площади, при этом являясь безопасным решением для владельцев автомобилей. Этот вариант паркинга поможет улучшить экологическую ситуацию и комфорт городской среды.

Проблему размещения автомобилей на придомовой территории могут решить и собственники квартир. В соответствии с нормами действующего жилищного законодательства владельцы жилых помещений в многоквартирном доме вправе самостоятельно распоряжаться своим имуществом, в т. ч. на общем собрании собственников принимать решение по вопросам стоянки и парковки транспортных средств на придомовой территории, выработать и принять правила, наиболее удовлетворяющие их требования [10]. Согласно ст. 33 Федерального закона № 131-ФЗ граждане вправе участвовать в осуществлении местного самоуправления в иных формах, не противоречащих Конституции РФ, Федеральному закону № 131-ФЗ, законам субъектов РФ.

Литература

1. «О правилах дорожного движения»: постановление Правительства РФ от 23.10.1993 г. № 1090 (ред. 31.12.2020) (дата обращения 15.01.2026).
2. Yuejun Liu Metropolis Parking Problems and Management Planning Solutions for Traffic Operation Effectiveness / Yuejun Liu, Wuhong Wang, Chengxi Ding, Hongwei Guo, Weiwei Guo, Liya Yao, Hui Xiong, Huachun Tan. – DOI 10.1155/2012/678952 // Mathematical Problems in Engineering – 2012. URL: https://doi.org/10.1155/2012/678952 (дата обращения 15.01.2026).
3. Microsoft Word - IVD_250_pankratov_anisimova.doc – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_250_pankratov_anisimova.pdf_bd6d0a2d64.pdf (дата обращения 16.01.2026).
4. Проблема недостатка парковочных мест в мегаполисах России. Виды парковок – URL: https://web.snauka.ru/issues/2018/05/86523 (дата обращения 16.01.2026)
5. Ягузинская И.Ю. Современные автоматизированные системы парковки автомобилей/ Ягузинская И.Ю., Типушова И.О. // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - URL: http://ekoncept.ru/2015/95585.htm (дата обращения 16.01.2023).
6. Парковки и паркинги. Часть 1. – URL: https://www.proektant.ru/content/1489.html (дата обращения 18.04.2026.
7. Парковочные системы – ПРОМОНТАЖ. – UPL: http://promounting.ru/parkovochnye-sistemy/ (дата обращения 15.01.2026).
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны исанитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» UPL: http://vlager.edu.ru/files/contentfile/42/sanpin-2.1.1.1200-03.pdf
9. "СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01- 89 UPL: https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/kodeks/SP-42-13330-2016-Svod-pravil-Gradostroitelstvo.pdf (дата обращения 18.01.2026)
10. Н.В. Габрусь Журнал «Практика муниципального управления»,№07, 2014 UPL: https://bookz.ru/authors/sbornik/pdf_praktika_12110539.html (дата обращения 18.01.2026)
11. Ищенко В.С., Целуйко Д.С., Проектирование многоуровневой парковки в условиях плотной городской среды.// Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ТОГУ Хабаровск 2019 Т. 2. С. 125-128.

Parking Placement Issues in Residential Complex Design in Khabarovsk

Panchuk N.N.
Higher School of Architecture

JEL classification: L61, L74, R53

This article addresses the pressing issue of parking shortages in residential areas of Khabarovsk. It examines ways to meet the needs of city residents. It proposes ways to organize parking spaces in the urban environment by implementing automated management systems to ensure sufficient availability, taking into account the specifics of parking design in Russia.

Keywords: residential complex, residential area, parking lots, parking spaces, automated parking, infrastructure, urban environment, vehicle safety.

References

1. "On Traffic Rules": RF Government Resolution No. 1090 of October 23, 1993 (as amended on December 31, 2020) (accessed on January 15, 2026).
2. Yuejun Liu, Metropolis Parking Problems and Management Planning Solutions for Traffic Operation Efficiency / Yuejun Liu, Wuhong Wang, Chengxi Ding, Hongwei Guo, Weiwei Guo, Liya Yao, Hui Xiong, Huachun Tan. – DOI 10.1155/2012/678952 // Mathematical Problems in Engineering – 2012. URL: https://doi.org/10.1155/2012/678952 (accessed on January 15, 2026).
3. Microsoft Word - IVD_250_pankratov_anisimova.doc – URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_250_pankratov_anisimova.pdf_bd6d0a2d64.pdf (date of access 01/16/2026).
4. The problem of lack of parking spaces in Russian megacities. Types of parking – URL: https://web.snauka.ru/issues/2018/05/86523 (date of access 01/16/2026)
5. Yaguzinskaya I.Yu. Modern automated car parking systems / Yaguzinskaya I.Yu., Tipushova I.O. // Scientific and methodological electronic journal "Concept". - URL: http://ekoncept.ru/2015/95585.htm (date of access 01/16/2023).
6. Parking and parking lots. Part 1. – URL: https://www.proektant.ru/content/1489.html (date of access 18.04.2026.
7. Parking systems – INSTALLATION. – UPL: http://promounting.ru/parkovochnye-sistemy/ (date of access 15.01.2026).
8. SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects" UPL: http://vlager.edu.ru/files/contentfile/42/sanpin-2.1.1.1200-03.pdf
9. "SP 42.13330.2016. Code of rules. Urban development. Planning and development of urban and rural settlements. Updated version of SNiP 2.07.01- 89 UPL: https://rkc56.ru/attach/orenburg/docs/kodeks/SP-42-13330-2016-Svod-pravil-Gradostroitelstvo.pdf (accessed 18.01.2026)
10. N.V. Gabrus, Journal "Practice of Municipal Management", No. 07, 2014 UPL: https://bookz.ru/authors/sbornik/pdf_praktika_12110539.html (accessed 18.01.2026)
11. Ishchenko V.S., Tseluyko D.S., Design of a multi-level parking lot in a dense urban environment. // New ideas for the new century: Proceedings of the international scientific conference of Pacific National University Khabarovsk 2019 Vol. 2. P. 125-128.

К вопросу о необходимости оптимального выбора и планирования опалубки при возведении монолитных бетонных конструкций

Погодин Денис Алексеевич
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и организация строительного производства», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, PogodinDA@mgsu.ru

В статье рассматривается необходимость оптимального выбора и планирования опалубки при возведении монолитных бетонных конструкций. Отмечено, что технология монолитного строительства является одним из более безопасных, долговечных и экономически эффективных решений для удовлетворения потребностей в расширении жилого и промышленного фонда. Определены преимущества технологии монолитного строительства - построить здание с меньшими затратами труда, времени и более прочными конструкциями, при этом данная технология не требует использования дорогостоящей строительной техники и позволяет бетонировать все компоненты одновременно. Отмечено, что основные исходные данные для монолитного строительства состоят из высокопрочной бетонной смеси, предварительно спроектированной системы опалубки, элементов крепления и соединения.
Ключевые слова: монолитное строительство, сборное соединение, опалубка, бетонные конструкции.

Неотъемлемым элементом успеха и широкого распространения технологии монолитного строительства является появление новых конструктивных элементов для соединений [5]. Особого внимания заслуживает соединение балки с колонной, которое может быть использовано для создания рамы сопротивления моменту из сборных бетонных элементов, что способно превзойти аналогичные системы из монолитного бетона и конструкционной стали (рис. 1).

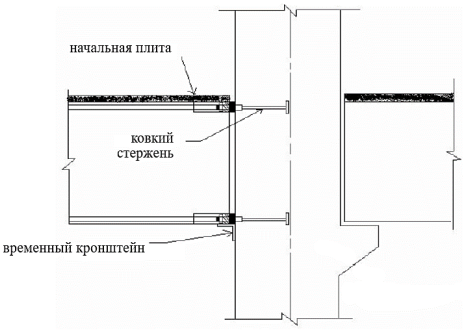


Рис. 1 Вязкие соединители

Соединитель, представленный на рис. 1 содержит стержень, который выходит из строя при определенной прочности, эффективно ограничивая нагрузку, которая может быть передана на менее вязкие компоненты рамы [1].

В тоже время несмотря на то, что большинство существующих сборных соединений с сопротивлением моменту, имеют приемлемую прочность на изгиб, способность рассеивать энергию и пластичность, они, как правило, не ведут себя так же, как аналогичные монолитные соединения. Более того, типичные сборные соединения с сопротивлением моменту обычно требуют сложной геометрии или специальных технологий сборки, таких как постнатяжение, сварка или мелкое литье. Они также могут изменить типичный режим разрушения соединений и, следовательно, требуют более сложных подходов к проектированию для достижения заданного уровня эффективности [3].

В связи с этим особо востребованным на сегодняшний день является сборное соединение, которое способно вести себя так же, как и монолитные соединения, предотвращая повреждения в компонентах соединения (т.е. пластинах, болтах, анкерных стержнях) [2]. Учитывая отмеченное, автором разработан ряд сборных моментно-устойчивых соединений, пригодных для быстрого производства и монтажа, а также достаточно безопасных при приложенных нагрузках. Рассмотрим их более подробно.

Болтовое соединение - без каркаса

В предлагаемом соединении балка соединяется с колонной с помощью болтов и уголков (рис. 2). Сначала на колонну с помощью болтов устанавливаются нижние углы балок, затем на эти углы укладываются балки и, наконец, верхние углы прикрепляются болтами. После затяжки болтов оставшиеся места в отверстиях для болтов заполняются цементным раствором для обеспечения сцепления между болтом и бетоном и предотвращения проскальзывания [4].

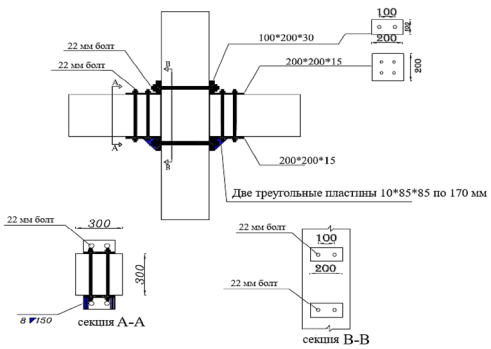


Рис. 2 Болтовое соединение без каркаса

Соединение без швеллера и сварки

Как показано на рис. 3, стальные пластины устанавливаются по бокам колонны с помощью сдвиговых шпонок или сдвиговых выступов. Кроме того, предполагается вставная пластина в верхней и еще одна в нижней части балки. Они встраиваются в балку с помощью анкерных болтов. Балка соединяется с колонной с помощью этих пластин, а также пластин седла и крышки, которые соединяются с колонной.

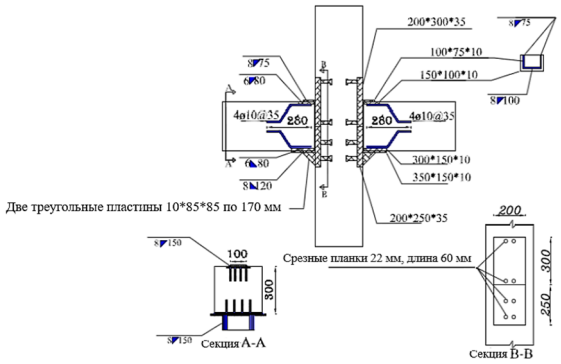


Рис. 3 Соединение без швеллера и сварки

Использование пластин с седлом и крышкой облегчает процесс монтажа при больших допусках на длину балки, так как отпадает необходимость в прямом соединении [6]. Для создания такого соединения сначала пластина седла приваривается к пластине колонны. Затем на эту пластину укладывается балка, а нижняя пластина балки приваривается к пластине седла. Наконец, верхняя плита устанавливается на свое место и приваривается к плитам балки и колонны, чтобы завершить соединение.

Соединение на болтах

Несмотря на сходство, разница между болтовым соединением без каркаса и соединением на болтах заключается в том, что в нижней части балки уголок заменяет косоур. В этом соединении на первом этапе балки укладываются на кронштейны, а затем устанавливаются верхние углы с помощью болтов, проходящих через отверстия в балке, колонне и кронштейне. Наконец, как и в случае с болтовым соединением без каркаса, отверстия под болты заполняются цементным раствором [8]. На рисунке 4 показаны детали данного соединения.

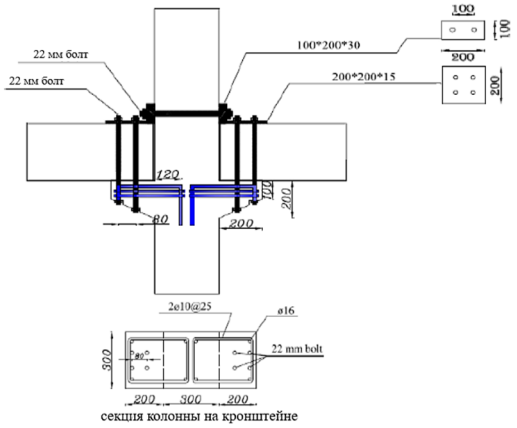


Рис. 4 Соединение на болтах

Монолитная система болтовых соединений

Общая концепция предлагаемой системы соединений приведена на рис. 5.

Как показано на рис. 5, в зоне сжатия соединения балки и колонны используемые пластины могут непосредственно передавать сжимающие нагрузки между элементами. Для передачи нагрузок в зоне растяжения используется специальная деталь между продольной арматурой балки и анкерным креплением поверхностной плиты колонны (рис. 5 (b). При этом анкерное крепление концевой плиты обеспечивается продольными арматурными стержнями с головками заклепок, которые изготавливаются из обычной арматурной стали методом горячей ковки [7].

Следует отметить, что для получения ровной поверхности после установки стержней с головками заклепок торцевую пластину балки предлагается сверлить, как показано на рис. 6 (a), в рамках производственного процесса на месте. Торцевая пластина балки соединяется с поверхностной пластиной колонны с помощью высокопрочных болтов. На рис. 6 (b) показано, как передается изгибающий момент от балки к элементам колонны в предлагаемой системе соединения. Механизм передачи нагрузки между арматурой с головкой заклепки, торцевой пластиной балки и поверхностной пластиной колонны показан на рис. 6 (b) и (c) в случае сжатия и растяжения, соответственно.

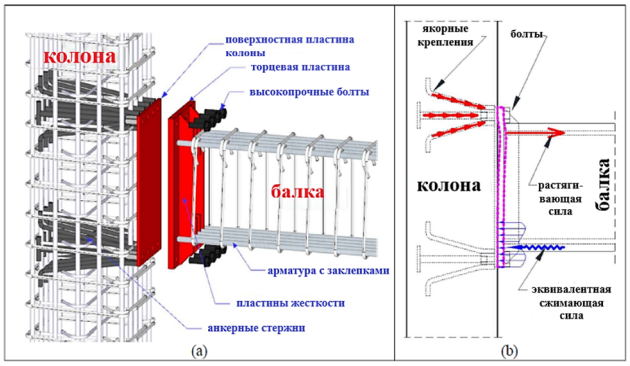


Рис. 5 Общая схема сборного соединения: (a) геометрия соединения балки с колонной; (b) общий механизм передачи нагрузки

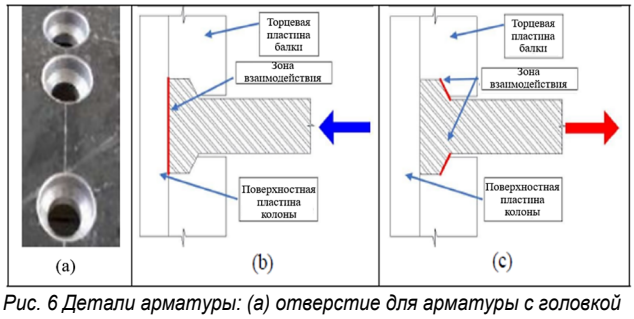


Рис. 6 Детали арматуры: (a) отверстие для арматуры с головкой заклепки; (b) механизм передачи нагрузки при сжатии (c) механизм передачи нагрузки при растяжении

В зоне растяжения растягивающее усилие продольной арматуры передается через арматуру головки заклепки, концевую пластину балки, высокопрочные болты, высокие гайки, расположенные на поверхностной пластине колонны, и анкерное крепление колонны. В зоне сжатия сжатие передается через бетон и арматуру с головками заклепок на балке, концевую пластину балки, поверхностную пластину колонны и бетонную поверхность колонны.

Представленное исследование указывает на необходимость оптимального выбора и планирования опалубки при возведении монолитных бетонных конструкций. Стоит отметить, оптимальный выбор и планирование требует исходных данных для моделирования, в частности, материальные, финансовые и временные параметры строительства, что позволит минимизировать стоимость и сроки возведения объекта и избежать ненужных потерь.

Литература

1. Куковякин А.Б. Инновационные решения в индустриальном домостроении // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2023. №6 (281). С. 12-13.
2. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Развитие малоэтажного жилищного строительства на основе строительных систем с применением композиционных гипсобетонов // Строительные материалы. 2021. №10. С. 60-64.
3. Михеев Д.В. Развитие индустриального гражданского строительства и типового проектирования на современном этапе // Жилищное строительство. 2022. №7. С. 41-52.
4. Терентьев А.В., Терехова О.П. Особенности технологий сборно-монолитного каркасного строительства объектов // Вестник науки. 2023. № 5 (62). С. 541-551.
5. Тилинин Ю.И., Животов Д.А. Совершенствование рассредоточенного монолитного строительства на прибрежной территории // Строительные материалы. 2021. №7. С. 10-17.
6. Stieler D., Schwinn T. Volumetric intersections: Modularization approaches for freeform prefab concrete construction // Civil Engineering Design. 2022. No. 4. Pp. 56-61.

7. Yvan Thiebaut, Lionel Linger. Operational implementation of concrete thermal modeling for construction projects // Structural Concrete. 2022. No. 23. Pp. 81-85.

8. Yu Wan, Ruzhuan Wang. Characterization of temperature dependence of fracture behavior of monolithic and laminated ultra-high temperature ceramic matrix composites // Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. 2022. No. 46. P. 156-163.

On the need for optimal formwork selection and planning in the construction of monolithic concrete structures

Pogodin D.A.
National Research Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the need for optimal formwork selection and planning in the construction of monolithic concrete structures. It is noted that monolithic construction technology is one of the safer, more durable, and more cost-effective solutions for meeting the needs of expanding residential and industrial buildings. The advantages of monolithic construction technology are identified: it allows for the construction of buildings with lower labor and time costs, and more durable structures. Furthermore, this technology does not require expensive construction equipment and allows for the simultaneous concreting of all components. It is noted that the primary inputs for monolithic construction include high-strength concrete mix, a pre-designed formwork system, and fastening and connection elements.

Keywords: monolithic construction, precast connection, formwork, concrete structures.

References

1. Kukovyakin A.B. Innovative Solutions in Industrial Housing Construction // Construction Materials, Equipment, and Technologies of the 21st Century. 2023. No. 6 (281). Pp. 12-13.
2. Losev Yu.G., Losev K.Yu. Development of Low-Rise Housing Construction Based on Composite Gypsum Concrete Building Systems // Construction Materials. 2021. No. 10. Pp. 60-64.
3. Mikheev D.V. Development of Industrial Civil Engineering and Standard Design at the Current Stage // Housing Construction. 2022. No. 7. Pp. 41-52.
4. Terentyev A.V., Terekhova O.P. Features of Precast-Monolithic Frame Construction Technologies // Science Herald. 2023. No. 5 (62). P. 541-551.
5. Tilinin Yu.I., Zhivotov D.A. Improving distributed monolithic construction in coastal areas // Construction Materials. 2021. No. 7. Pp. 10-17.
6. Stieler D., Schwinn T. Volumetric intersections: Modularization approaches for freeform prefab concrete construction // Civil Engineering Design. 2022. No. 4. Pp. 56-61.
7. Yvan Thiebaut, Lionel Linger. Operational implementation of concrete thermal modeling for construction projects // Structural Concrete. 2022. No. 23. Pp. 81-85.
8. Yu Wan, Ruzhuan Wang. Characterization of temperature dependence of fracture behavior of monolithic and laminated ultra-high temperature ceramic matrix composites // Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. 2022. No. 46. Pp. 156-163.

Регулирование систем отопления по показателям теплового комфорта

Пухкал Виктор Алекссевич
канд. техн. наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), pva1111@rambler.ru,

Фёдоров Михаил Андреевич
старший преподаватель, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), teyl3333@mail.ru

В статье для анализа удовлетворенности человека микроклиматом в помещении предложена модель теплового комфорта по О.П. Фангеру в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7730-2009. Модель общего теплового комфорта Фангера объединяет параметры микроклимата помещений и человеческие факторы и позволяет прогнозировать температурный комфорт в помещении по ожидаемому усредненному показателю теплоощущений (PMV) и ожидаемый процент недовольных тепловыми условиями (PPD).
Предложено регулирование систем отопления в зависимости от температуры наружного воздуха по показателям теплового комфорта. Для этого введено понятие «виртуальной оптимальной температуры» внутреннего воздуха. Расчет значения этой температуры производится по ГОСТ Р ИСО 7730-2009.
Ключевые слова: отопление, регулирование, показатели теплового комфорта.

Введение

Проблема сокращения энергопотребления системами отопления должна рассматриваться в трех аспектах:

- обеспечение максимальной эффективности оборудования систем отопления;
- регулирование работы оборудования с целью минимального расхода энергии;
- обеспечение нормируемых условий в помещении.

Основная задача систем отопления зданий - поддержание нормируемой температуры внутреннего воздуха путем компенсации тепловых потерь [1, 2].

Сокращение расхода тепловой энергии на цели отопления не должно приводить к снижению удовлетворенности микроклиматом у находящихся в помещениях людей. Удовлетворенность микроклиматом в помещении определяется температурой воздуха, скоростью воздушного потока, относительной влажностью и средней радиационной температурой окружающих поверхностей [2].

На удовлетворённость микроклиматом влияют также личностные факторы, такие как скорость метаболизма (активность человека) и теплоизоляция одежды. Эти факторы очень индивидуальны.

Наиболее распространенным способом регулирования теплопотребления систем отопления является качественное регулирование, заключающееся в изменении температуры теплоносителя на входе в систему отопления в зависимости от температуры наружного воздуха при постоянном расходе теплоносителя в системе [3]. Регулируется только температура воздуха в помещениях и не учитывается влияние других факторов на удовлетворенность микроклиматом.

Цель работы:

- выбрать модель теплового комфорта человека в помещении в холодный период года;
- оценить влияние различных параметров, определяющих удовлетворенность человека микроклиматом;
- предложить показатель, позволяющий учесть параметры, влияющие на удовлетворенность человека микроклиматом.

Методы

Для анализа удовлетворенности человека микроклиматом в помещении принята модель теплового комфорта по О.П. Фангеру [4-7], которая обладает следующими преимуществами:

- количественной оценкой степени комфортности;
- обоснованностью экспериментальных данных;
- возможностью расчета сочетаний параметров микроклимата на ЭВМ.

В качестве метода определения количественной оценки степени комфортности приняты статистические уравнения, связывающие сочетания составляющих теплообмена «человек-среда» (теплота, переданная конвекцией $Q_к$, испарением $Q_{исп}$ и излучением $Q_{изл}$) [4].

Модель общего теплового комфорта Фангера объединяет параметры микроклимата помещений (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, средняя радиационная температура) и человеческие факторы (одежда, кло, и двигательная активность, мет) в комплексный показатель PMV (predicted mean vote) - ожидаемый усредненный показатель теплоощущений. На его основе определяется показатель PPD (predicted percentage of dissatisfied) - ожидаемый процент недовольных тепловыми условиями [5-7].

На основе зависимостей [4] разработана компьютерная программа для вычисления показателей PMV и PPD. Сравнение результатов расчета по программе и контрольного примера приведено на рис. 1.

Для оценки тепловых условий в помещениях проведены измерения в многоквартирном жилом доме в Санкт-Петербурге. Здание крупнопанельное, 137 серии, постройки 1997 г. Нормативное значение температуры внутреннего воздуха, принятое при разработке проекта – $t_в$=18 °С.

Для оценки фактического состояния микроклимата в помещениях выполнены долгосрочные измерения температуры и относительной влажности воздуха в жилых помещениях нижнего (первого) и верхнего (семнадцатого) этажей. Для этой цели в жилых помещениях установлены автономные измерители-регистраторы параметров микроклимата Логгер100-ТВ.

ГОСТ Р ИСО 7730—2009

Пример — Ввод данных

Одежда	*(кло) ? 1.0*
Скорость обмена веществ	*(мет) ? 1.2*
Наружная работа, обычно около 0	*(мет) ? 0*
Температура воздуха	*(С) ? 19*
Средняя температура излучения	*(С) ? 18*
Относительная влажность воздуха	*(м/с) ? 0.1*
ВЫБЕРИТЕ ИЛИ RH ИЛИ ДАВЛЕНИЕ ВОДЯНОГО ПАРА, НО НЕ ОБА	
Относительная влажность	*(%) ? 40*
Давление водяного пара	*(Па) ?*
РЕЗУЛЬТАТ	
Прогнозируемая средняя оценка	*(PMV): –0.7*
Прогнозируемый процент недовольных	*(PPD): 15.3*

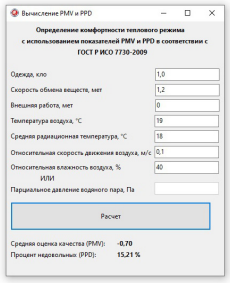


Рисунок 1. Сравнение результатов расчета показателей PMV и PPD с данными контрольного примера

Результаты и обсуждение

Результаты измерений температуры и относительной влажности внутреннего воздуха в жилых помещениях квартир приведены на рисунках 2 и 3.

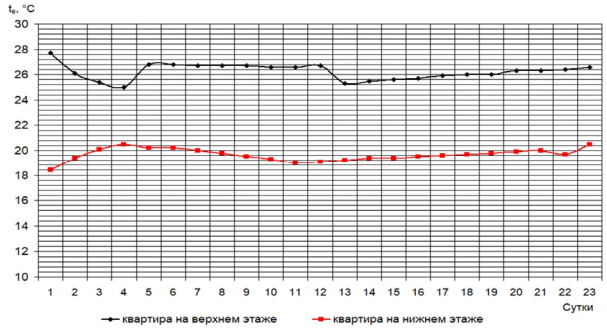


Рисунок 2. Среднесуточные значения температуры воздуха в квартирах

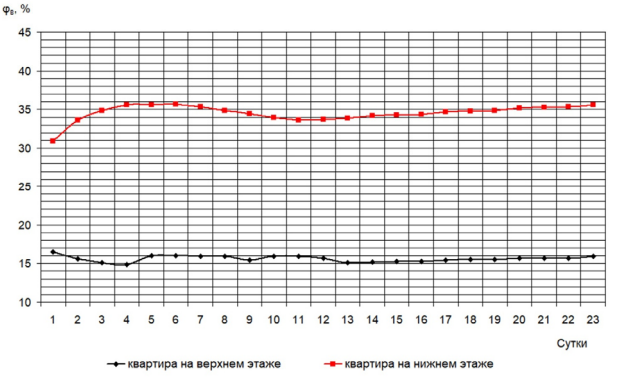
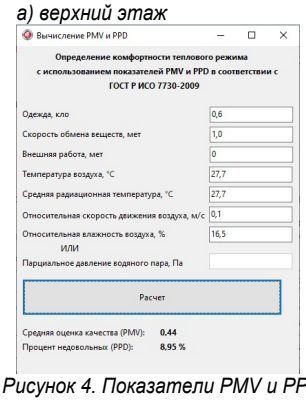


Рисунок 3. Среднесуточные значения относительной влажности воздуха в квартирах

Повышение уровня теплоизоляции одежды с 0,6 до 1,0 кло (с 0,093 до 0,155 м^2·°С/Вт) позволяет уменьшить число недовольных на первом этаже здания до 46%. Теплоизоляции 1 кло соответствует комплект повседневной одежды: трусы, рубашка, брюки, пиджак, носки, обувь. Следует отметить, что уровень теплоизоляции одежды в нормативной документации не нормируется и не отражается.

а) верхний этаж



б) нижний этаж

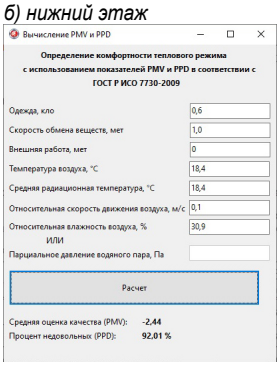


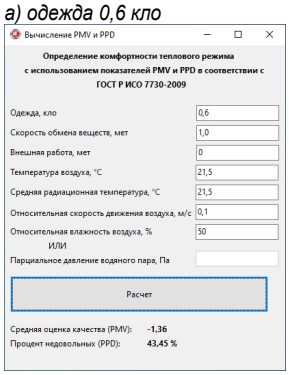
Рисунок 4. Показатели PMV и PPD по результатам измерений для жилых помещений

При регулировании систем отопления в зависимости от температуры наружного воздуха с автоматической коррекцией при отклонении внутренней температуры от заданной оптимальная температура воздуха в отапливаемых помещениях принимается равной 21,5 °С [8]. Результаты расчета для этого случая представлены на рисунке 5. Оптимальные условия в помещениях будут обеспечены только при уровне теплоизоляции одежды 1,0 кло.

При уровне теплозащиты 0,6 кло можно подобрать такое значение температуры внутреннего воздуха в помещении, при котором показатель PPD будет равен 20%, т.е. в помещении создаются оптимальные параметры микроклимата [2] (рисунок 6).

Определённое таким образом значение оптимальной температуры внутреннего воздуха позволяет регулировать работу системы отопления не только по температуре внутреннего воздуха, но и по показателям теплового комфорта. Эту температуру определим как «виртуальную оптимальную температуру» внутреннего воздуха для регулирования систем отопления по показателям теплового комфорта.

а) одежда 0,6 кло



б) одежда 1,0 кло

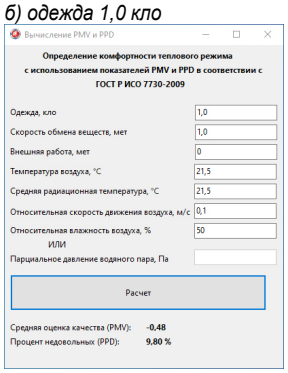


Рисунок 5. Показатели PMV и PPD при регулировании системы отопления в зависимости от температуры наружного воздуха

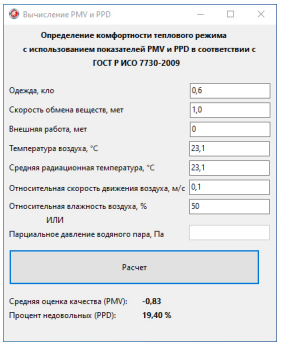


Рисунок 6. Виртуальная оптимальная температура внутреннего воздуха при регулировании по показателям теплового комфорта

Заключение

1. Для анализа удовлетворенности человека микроклиматом в помещении принята модель теплового комфорта по О.П. Фангеру в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7730-2009.

2. Модель общего теплового комфорта Фангера объединяет параметры микроклимата помещений и человеческие факторы и позволяет определить ожидаемый усредненный показатель теплоощущений (показатель PMV) и ожидаемый процент недовольных тепловыми условиями (показатель PPD).

3. Регулирование систем отопления по температуре наружного воздуха и заданной температуре внутреннего воздуха не позволяет обеспечить нормируемые параметры микроклимата в помещении.

4. Для регулирования систем отопления по показателям теплового комфорта введено понятие «виртуальной оптимальной температуры» внутреннего воздуха. Расчет значения этой температуры производится по ГОСТ Р ИСО 7730-2009.

5. При нормировании параметров микроклимата в помещениях зданий должен быть указан уровень теплоизоляции одежды.

Литература

1. СП 60.13330.2020. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – М.: Минстрой России, 2020. – 150 с.

2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Стандартинформ, 2013. – 12 с.

3. Чистович С.А., Харитонов В.Б, Автоматизированные системы теплофикации, теплоснабжения и отопления / С.А. Чистович, В.Б. Харитонов. – СПб: АВОК Северо-Запад, 2008. – 304 с.

4. ГОСТ Р ИСО 7730-2009. Эргономика термальной среды. Аналитическое определение и интерпретация комфортности теплового режима с использованием расчета показателей PMV и PPD и критериев локального теплового комфорта. М.: Стандартинформ, 2011. - 48 с.

5. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека / Пер. с венг. В.М.Беляева; Под ред. В.И.Прохорова и А.Л.Наумова. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с.

6. Денисихина, Д. М. Оценка теплового комфорта в помещениях на основе анализа результатов математического моделирования / Д. М. Денисихина // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 3(50). – С. 183-193. – EDN TVVOSB.

7. Усмонов, Ш. З. Моделирование энергетических затрат на отопление и охлаждение 5-этажного жилого дома и оценка температурных условий по индексам теплового комфорта PMV и PPD / Ш. З. Усмонов // Вестник МГСУ. – 2013. – № 10. – С. 216-229. – EDN RFXHYX.

8. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов. – М.: ОАО «Центр проектной продукции в строительстве», 1997. – 79 с.

Regulation of heating systems based on thermal comfort indicators

Pukhkal V.A., Fedorov M.A.
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article proposes a thermal comfort model based on O.P. Fanger theory of indoor microclimate satisfaction, in accordance with GOST R ISO 7730-2009. Fanger model of overall thermal comfort integrates indoor microclimate parameters and human factors, enabling the prediction of indoor thermal comfort based on the expected average thermal sensation (PMV) and the expected percentage of people dissatisfied with the thermal conditions (PPD).

It is proposed to regulate heating systems based on outdoor air temperature using thermal comfort indicators. To this end, the concept of a "virtual optimal temperature" for indoor air is introduced. This temperature is calculated according to GOST R ISO 7730-2009.

Keywords: heating, regulation, thermal comfort indicators.

References

1. SP 60.13330.2020. Heating, ventilation, and air conditioning. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2020. 150 p.
2. GOST 30494-2011. Residential and public buildings. Indoor microclimate parameters. Moscow: Standartinform, 2013. 12 p.
3. Chistovich S.A., Kharitonov V.B., Automated systems of district heating, heat supply and heating / S.A. Chistovich, V.B. Kharitonov. St. Petersburg: AVOK Severo-Zapad, 2008. 304 p.
4. GOST R ISO 7730-2009. Ergonomics of the thermal environment. Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Moscow: Standartinform, 2011. - 48 p.
5. Banhidi L. Thermal Microclimate of Indoors: Calculation of Comfort Parameters Based on Human Thermal Sensations / Translated from Hungarian by V. M. Belyaeev; Ed. by V. I. Prokhorov and A. L. Naumov. - Moscow: Stroyizdat, 1981. - 248 p.
6. Denisikhina, D. M. Thermal Comfort Assessment in Indoors Based on the Analysis of Mathematical Modeling Results / D. M. Denisikhina // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. - 2015. - No. 3 (50). - Pp. 183-193. - EDN TVVOSB.
7. Usmonov, Sh. Z. Modeling of Energy Costs for Heating and Cooling a 5-Story Residential Building and Assessment of Temperature Conditions Using PMV and PPD Thermal Comfort Indices / Sh. Z. Usmonov // Bulletin of MGSU. - 2013. - No. 10. - Pp. 216-229. - EDN RFXHYX.
8. SP 41-101-95. Design of Heating Substations. - Moscow: JSC "Center for Design Products in Construction", 1997. - 79 p.

Подготовка объекта строительства к приёмочному контролю при скрытых дефектах проектирования на примере ненесущих стен

Князькина Екатерина Владимировна
к.э.н., доцент, доцент кафедры стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений, Самарский государственный технический университет, evk162@mail.ru,

Спирина Екатерина Сергеевна
старший преподаватель кафедры стоимостного инжиниринга и технической экспертизы зданий и сооружений, Самарский государственный технический университет, katerina-spirina@yandex.ru

Строительство принадлежит к числу ресурсоёмких, сложных технически и технологически отраслей народного хозяйства. Контроль качества всех этапов жизненного цикла объекта капитального строительства до его ввода в эксплуатацию призван обеспечить безопасность и надежность процессов возведения и эксплуатации будущего здания или сооружения, экологическую безопасность, а также минимизировать затраты всех видов ресурсов, сопряженных с проектированием, строительством и эксплуатацией объекта. Не смотря на участие большого числа специалистов, выполняющих функции контроля качества как документации, так и строительных материалов и технологий производства работ, некоторые ошибки всё же остаются незамеченными. Допущенные на этапе проектирования недочеты и нарушения, оставшиеся невыявленными при контроле, приводят к серьёзным проблемам при строительстве и эксплуатации объекта.
Актуальность работы состоит в рассмотрении проблемы скрытых дефектов проектирования с позиции практического обнаружения их последствий в ходе обследования ненесущих межквартирных стен (перегородок) после положительного прохождения строительного контроля их качества. Ключевая цель исследования - перенесение фокуса внимания с подрядчика как главного ответственного за появление трещин в перегородках до прохождения приёмочного контроля многоквартирного жилого дома на комплексное рассмотрение причин возникновения дефектов кладки с учетом возможного наличия пропущенных при контроле ошибок проектирования.
Ключевые слова: строительный контроль, проектирование, трещины, скрытые дефекты, ненесущие стены, перегородки, экспертиза.

Введение

Процесс обеспечения качества возведения объектов капитального строительства (ОКС) сопряжен со многими внешними и внутренними факторами строительного производства. Влияние оказывают не только природно-климатические факторы, сезонность, доступность материально-технических, финансовых, трудовых и иных ресурсов, но и соблюдение всех соответствующих законодательно установленных норм и требований, заданного уровня точности проектных расчетов, технологий производства и др. [1]. Как многоаспектный и комплексный вид деятельности строительство требует сосредоточенного внимания всех участников производственного процесса не только на этапе возведения строительных конструкций, но и на этапах выдачи технического задания, осуществления изыскательских и проектных работ, подготовки и обеспечения технических условий производства и, конечно, этапах контроля качества.

Строительный контроль, осуществляемый исполнителем работ (подрядчиком), и техническим заказчиком (застройщиком) – неотъемлемая часть деятельности по возведению зданий и сооружений, в том числе при индивидуальном жилищном строительстве. Если проектная документация ОКС подлежит государственной экспертизе, то к строительному контролю также будет привлечена государственная инспекция строительного надзора (ГИСН) [2].

На рисунке 1 приведена детальная схема, отражающая аспекты проведения строительного контроля в рамках требований градостроительного кодекса РФ.

Процесс осуществления строительного контроля

Сопровождение всех этапов жизненного цикла строительного объекта обязательным и добровольно инициированным контролем, в том числе, с применением технологий информационного моделирования, позволяет создавать надежные и безопасные здания и сооружения [3, 4]. Тем не менее, нередки случаи допущения ошибок при проектировании, которые по тем или иным причинам не выявляются при экспертизе проектной документации, её входном контроле со стороны технического заказчика, при разработке рабочей документации (РД), её входном контроле подрядчиком [5].

Причин у данной ситуации можно отметить несколько:

- низкий уровень знаний и опыта, а также, мотивации к труду у проектировщиков;
- недостаточный уровень квалификации и профессиональных компетенций у представителей принимающей стороны;
- невнимательность к незначительным конструктивным элементам при сосредоточении на основных со стороны как проектировщика, так и контролера (эксперта);
- высокая сложность технических решений, отсутствие примеров расчетов при проектировании уникальных объектов и их элементов;
- формальный подход к процедуре контроля, в том числе самоконтроля со стороны представителей проектной организации;
- несовершенство программных средств, применяемых при выполнении проектных работ;
- использование устаревших данных о материалах или конструкциях (технологиях), которые уже не будут применятся при возведении объекта;
- другие [6, 7].

В практической деятельности основная часть дефектов строительных конструкций, элементов и результатов работ возникает из-за нарушения проектных решений и несоблюдения требований СП и ГОСТ при производстве строительных работ. Это и приводит к тому, что формируется стандартное восприятие несоответствий как результата работы подрядчика.

Проблема наличия скрытых дефектов (ошибок) проектирования не настолько широко рассматривается в сравнении с дефектами производственных процессов, связанных с этой темой трудов значительно меньше и рассматриваются в них сама ошибки и их причины [8].

Дефекты ненесущих стен как результат ошибок проектирования

В данной работе уделим внимание ситуации, когда дефекты – в нашем случае – трещины ненесущих межквартирных стен в многоквартирном жилом доме, возникли по вине проектировщика, то есть являются результатом скрытых ошибок проектирования (рисунок 2).

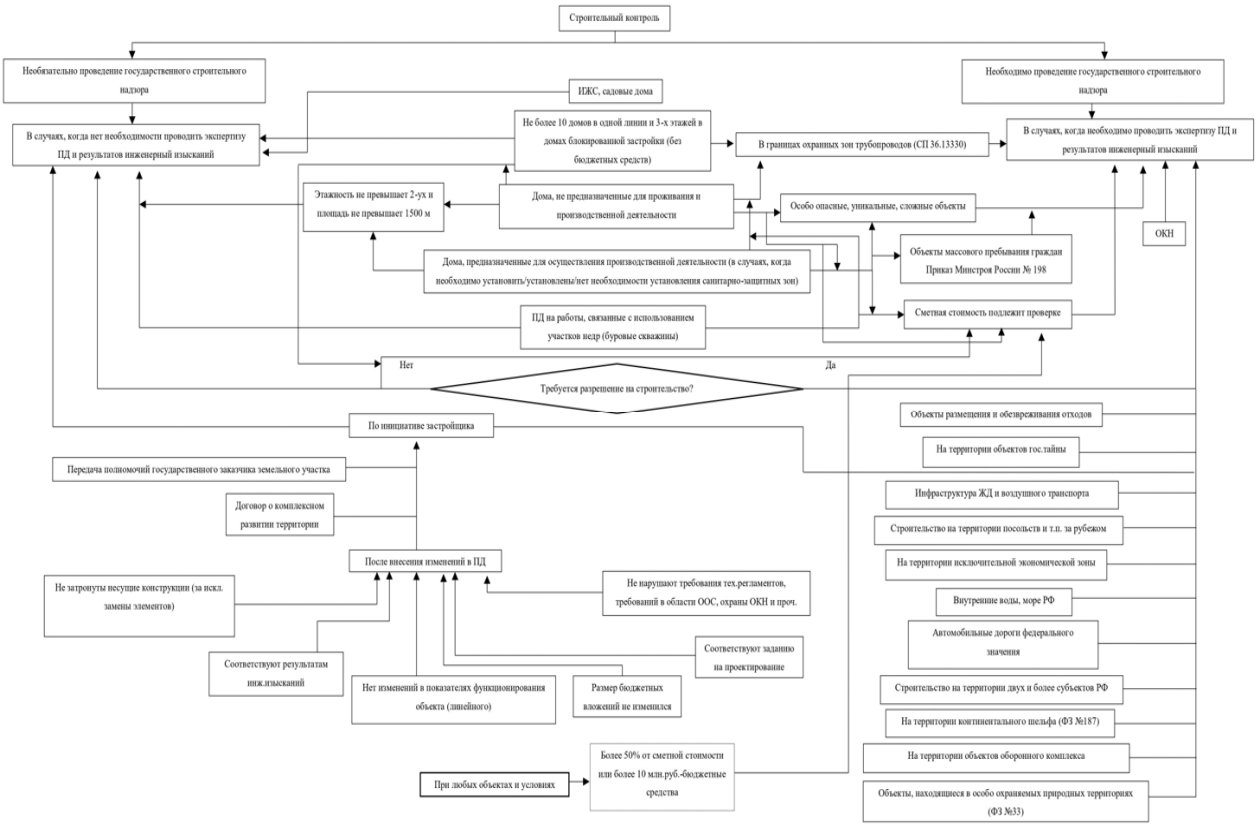


Рисунок 1 – Реализация строительного контроля

В соответствии с ГОСТ Р 58774-2019: «ненесущая стена: конструкция, не предназначенная для опирания на нее других конструкций здания (за исключением оконных и дверных блоков и легкого навесного оборудования)» [9].

В работе в качестве примера взяты ненесущие межквартирные перегородки, выполненные из силикатных пустотелых блоков толщиной 180 мм, в жилом многоквартирном доме, конструктивная схема высотной части которого – монолитный железобетонный каркас с ядром жесткости, несущими колоннами, стенами и пилонами. Контроль качества данного типа несущих конструкций системный и постоянно совершенствуется [10].

Рисунок 2 – Трещины ненесущих межквартирных стен

Рисунок 3 – Зазор в месте примыкания стены к плите перекрытия

В проектной документации было указано: перегородки не доводить до низа перекрытия на 20 мм. (рисунок 3), при необходимом зазоре в 40 мм (как позже было установлено при экспертизе).

Проектная документация рассматриваемого объекта прошла экспертизу с положительным заключением, была одобрена на этапе входного контроля техническим заказчиком. Рабочая документация также прошла контроль подрядчиком. Операционный производственный контроль не выявил несоответствия. Тем не менее, в ходе ведения последующих работ и подготовки к приемочному контролю с участием представителей ГИСН, представителями службы технического надзора заказчика были выявлены трещины в блоках, из которых выложены межквартирные стены здания.

Первым решением в таких ситуациях обычно становится обращение к подрядчику с требованием устранить дефекты и априори признание его вины, так как проектные решения признаны верными. В данной характерной ситуации необходимо обращаться за проведением экспертизы не только строительных материалов и технологии возведения, но и проектных решений в месте примыкания ненесущей стены к плите перекрытия.

Анализ причин и алгоритм устранения дефектов

Предлагаемый к применению в практической деятельности алгоритм, детально отражает действия представителя службы технического надзора заказчика и их последовательность, его цель – обеспечить максимальную эффективность в формировании качества строительных работ и сокращении непредвиденных затрат времени и финансов, связанных с причиной трещинообразования в ненесущих межквартирных стенах (перегородках).

Алгоритм анализа причин и устранения трещин ненесущих межкомнатных стен многоквартирного жилого дома до прохождения приёмочного строительного контроля содержит следующие основные этапы.

1. Обследование конструкции в ходе строительного контроля (как планового, так и внепланового), выявление дефектов самонесущих стен и перегородок, таких как:
   - вертикальные и наклонные трещины блоков;
   - трещины по швам;
   - выпучивание кладочной смеси.
2. Анализ вероятных причин их возникновения.
3. Создание экспертной комиссии силами технического заказчика и подрядчика, либо обращение в специализированные экспертные организации для проведения **комплексной** экспертизы причин трещинообразования, группы которых:

- некачественные строительные материалы и несоблюдение условий их доставки, хранения и подготовки к применению;

- нарушение технологии производства работ, в данном случае – кладки;

- ошибки проектирования.

4. Определение ответственных сторон и лиц, которыми были допущены ошибки/нарушения при выполнении обязанностей, в том числе с целью возмещения ущерба.

5. Разработка проекта устранения дефектов и его согласование

6. Выполнение работ по устранению дефектов стен (перегородок):

1) демонтаж и последующее возведение стен (перегородок), например, в случае несоответствующего качества строительных материалов;

2) увеличение зазора («пропиливание»), заполнение его демфирующим материалом с последующей обработкой герметиком по внешней стороне (рисунок 4).

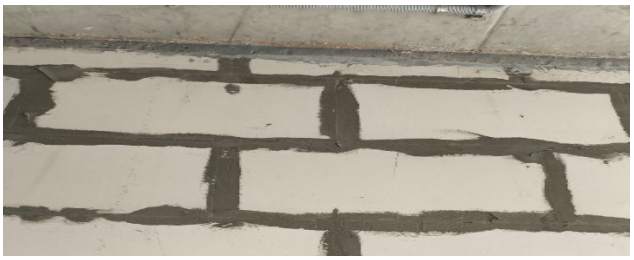


Рисунок 4 – Увеличенный зазор в месте примыкания стены к плите перекрытия с обработкой герметиком

Согласование результатов работ.

Мониторинг состояния стен и перегородок, плит перекрытия.

Заключение

Ознакомление инженеров службы строительного контроля, особенно, не имеющих большого опыта работы, с приведенной выше последовательностью действий в данном конкретном случае позволит снизить риск возникновения временных затрат и связанных с ними финансовых и репутационных потерь.

Таким образом, на примере дефектов ненесущих межквартирных стен была рассмотрена проблема подготовки к приёмочному контролю многоквартирного жилого дома, при проектировании которого были допущены и не выявлены при входном контроле документации серьезные ошибки, и сделаны выводы:

1) качество строительных работ и объектов обеспечивается должно обеспечиваться системно на всех этапах разработки и реализации проекта строительства, а строительный контроль выполняет одну из ключевых ролей в обеспечении надежности и безопасности объекта;

2) причиной образования трещин в ненесущих стенах и перегородках в монолитных железобетонных многоквартирных жилых домах могут быть скрытые ошибки проектирования;

3) с целью повышения эффективности работы представителей строительного надзора технического заказчика, а также производственного контроля подрядчика, следует учитывать алгоритм анализа причин и устранения трещин в ненесущих стенах, приведенный в работе.

Литература

1. Мельников, В. В. Воздействие санкций на строительную отрасль России: текущее состояние и перспективы отраслевого развития // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2024. № 1 (41). С. 39—51. https://doi.org/10.24151/2409-1073-2024-1-39-51 EDN: EJOFIC
2. «Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2024)
3. Топчий, Д.В. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий / Д.В. Топчий, А.Я. Токарский // Вестник евразийской науки, 2019. - Т. 11. - № 3. - С. 49-58.
4. Кузьмич, Н.П. Факторы обеспечения качества и организационно-технологической надежности строительного производства / Н.П. Кузьмич, В.В. Бурчик // Безопасный и комфортный город: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. - Орёл, 2023. С. 434-438.
5. Арушонок, Ю. Ю. Об ошибках проектирования строительных конструкций // Инженерный вестник Дона, 2021. – № 11. – С. 45–53.
6. Добромыслов, А. Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. – М.: АСВ, 2018. – 192 с.
7. Гроздов, В. Т. О некоторых ошибках проектирования железобетонных и каменных конструкций и технического обследования зданий и сооружений. — СПб., 2006. — 48 с.
8. Солдатенко, Т.Н. Модель идентификации и прогноза дефектов строительной конструкции на основе результатов ее обследования // Инженерно-строительный журнал. – 2011. - № 7. – С. 52-61
9. ГОСТ Р 58774-2019 «Стены наружные каркасно-обшивные самонесущие и ненесущие с каркасом из стальных холодногнутых оцинкованных профилей. Общие технические условия»
10. Болотова, А.С., Трескина Г.Е. Исследование технологических особенностей монолитного строительства на основе системного анализа / А.С. Болотова, Г.Е. Трескина // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2016;(2):176-183.

Preparation of a construction project for acceptance control in case of hidden design defects on the example of non-supporting walls

Knyazkina E.V., Spirina E.S.

Samara State Technical University

JEL classification: L61, L74, R53

Construction is one of the most resource-intensive and technically complex sectors of the national economy. Quality control of all stages of the life cycle of a capital construction project before its commissioning is aimed at ensuring the safety and reliability of the construction and operation of a future building or structure, as well as minimizing the costs of all types of resources associated with the design, construction, and operation of the facility. Despite the involvement of a large number of specialists who perform quality control functions for both documentation and construction materials and work technologies, some errors may still go unnoticed. Defects and violations that are not detected during the design phase can lead to serious problems during construction and operation.

The relevance of the work lies in considering the problem of hidden design defects from the perspective of practical detection of their consequences during the examination of non-load-bearing inter-apartment walls (partition walls) after the positive completion of construction quality control. The key goal of the study is to shift the focus from the contractor as the main responsible for the appearance of cracks in the partitions before the acceptance control of an apartment building to a comprehensive consideration of the causes of masonry defects, taking into account the possible presence of design errors that were overlooked during the control process.

Keywords: construction supervision, design, cracks, hidden defects, non-load-bearing walls, partitions, expertise.

References

1. Melnikov, V. V. (2024). The impact of sanctions on the Russian construction industry: Current state and prospects for sectoral development. Economic and Socio-Humanitarian Research, (1), 39–51. https://doi.org/10.24151/2409-1073-2024-1-39-51 EDN: EJOFIC (Note: DOI link currently returns a 404 error; metadata verified from citation)
2. Urban Planning Code of the Russian Federation No. 190-FZ of December 29, 2004 (as amended on December 25, 2023, with amendments and additions effective as of May 1, 2024).
3. Topchiy, D. V., & Tokarsky, A. Ya. (2019). The concept of quality control for the organization of construction processes during construction supervision based on the use of information technologies. Bulletin of Eurasian Science, 11(3), 49–58.
4. Kuzmich, N. P., & Burchik, V. V. (2023). Factors ensuring quality and organizational-technological reliability of construction production. In Safe and Comfortable City: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference (pp. 434–438). Orel.
5. Arushonok, Yu. Yu. (2021). On design errors of building structures. Engineering Bulletin of the Don, (11), 45–53.
6. Dobromyslov, A. N. (2018). Design errors in building structures. Moscow: ASV Publishing House.
7. Grozdov, V. T. (2006). On some design errors in reinforced concrete and masonry structures and technical inspection of buildings and structures. Saint Petersburg.
8. Soldatenko, T. N. (2011). A model for identification and prediction of defects in building structures based on the results of their inspection. Civil Engineering Journal, (7), 52–61.
9. GOST R 58774-2019: External non-load-bearing and self-supporting frame-sheathing walls with cold-formed galvanized steel studs. General specifications. (2019). Moscow: Standartinform.
10. Bolotova, A. S., & Treskina, G. E. (2016). Investigation of technological features of monolithic construction based on system analysis. Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, (2), 176–183.

Динамическая декомпозиция быстропротекающих процессов разгерметизации и аварийного истечения в газовых системах высокого давления как основа оценки техногенных рисков в жилищно-коммунальном строительстве

Степанова Оксана Геннадьевна
кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения, Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, stepanova.lgu@mail.ru

Ускорение газификации регионов, обновление правил эксплуатации внутридомового газового оборудования и сохраняющаяся аварийность в жилом секторе делают актуальной задачу более точной оценки техногенных рисков в системах газоснабжения. Рассмотрена динамическая декомпозиция газовой системы жилой застройки как методическая основа количественной оценки риска: система разбита на пять уровней с различными временными масштабами и собственными математическими моделями – от источника высокого давления до блока последствий. Получены расчетные соотношения для критического и докритического истечения газа через дефект, депрессуризации сегмента сети, охлаждения элементов, накопления газа в замкнутом объеме и избыточного давления взрыва. Выполнена оценка характерных параметров для метана при среднем давлении: при дефекте диаметром 10 мм нижний концентрационный предел распространения пламени в помещении объемом 30 м³ достигается приблизительно за 23 с, что задает требование к быстродействию защитных устройств. Показано, что декомпозиционный подход переводит соблюдение норм в плоскость количественного ранжирования сценариев и выбора адресных мероприятий для жилищно-коммунального строительства.

Ключевые слова: газоснабжение, разгерметизация, аварийное истечение, динамическая декомпозиция, техногенный риск, загазованность, избыточное давление взрыва, жилищно-коммунальное строительство.

Введение

Газоснабжение жилой застройки давно перестало быть локальной задачей подведения трубы к плите. Современная система объединяет наружные распределительные сети, узлы редуцирования, внутридомовые и внутриквартирные газопроводы, автоматику безопасности, вентиляционные каналы и сами помещения, где при отказе оборудования возможно накопление газа. Внутренние сети рассчитываются на давление до 0,005 МПа, тогда как наружная часть работает при среднем (свыше 0,005 до 0,3 МПа) и высоком (свыше 0,3 до 0,6 МПа, для отдельных категорий – до 1,2 МПа) давлении [2]. Наиболее тяжелые сценарии возникают на стыке этих классов: при отказе регулятора, повреждении газопровода, нештатной работе арматуры, утрате герметичности соединений.

Актуальность задачи задается масштабом газификации. Программы развития газоснабжения на 2021–2025 годы подписаны с 72 субъектами Российской Федерации, объемы строительства выросли в 2,5 раза, а в 2024 году социальная газификация распространена на садоводческие товарищества [26]. Растет число вводов газа, газорегуляторных узлов и единиц внутридомового оборудования – расширяется и поле техногенного риска.

Риск этот не теоретический. По сообщению МЧС России от 2 декабря 2024 года, с начала 2024 года произошло 23 происшествия из-за взрыва бытового газа: пострадали 224 человека, погибли 45 [24]. В Москве газовыми плитами пользуются свыше 1,8 млн семей, и только за первые месяцы 2025 года проверено более 640 тыс. плит [25]. Конечный ущерб проявляется не в трубопроводе, а в жилой среде – он затрагивает население, несущие конструкции, эвакуацию, смежные инженерные системы.

Отсюда вытекает методическая проблема. Нормативная база фиксирует отдельные требования к безопасности газифицированных зданий, но не дает единой модели, связывающей параметры аварийного истечения на высоконапорном участке с риском для конкретного дома. СП 402.1325800.2018 требует систем контроля загазованности с автоматическим отключением подачи и легкосбрасываемых конструкций [1], а ГОСТ Р 58095.4-2021 и постановление Правительства РФ № 410 задают режим обслуживания ВДГО и ВКГО [3, 4]. Эти документы описывают, что установить и проверить, но не динамику перехода от дефекта к поражающим факторам.

Задача работы – обосновать подход, при котором сложная газовая система жилой застройки представляется набором связанных расчетных объектов с различными временными масштабами, а оценка техногенного риска строится как расчет каскада сопряженных процессов: от истечения газа через дефект до воздействия избыточного давления на конструкции и людей. Такой подход назван динамической декомпозицией. Цель статьи – показать его структуру, дать расчетные соотношения для основных стадий и продемонстрировать применимость к жилищно-коммунальному строительству.

Место задачи в нормативной архитектуре газоснабжения жилой застройки

В 2022 году Ростехнадзор обновил пакет руководств по безопасности, который удобно принять за каркас расчетной схемы. Приказами № 387, 385, 410 и 412 утверждены методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий, моделирования распространения выбросов, оценки риска на технологических трубопроводах с взрывопожароопасными газами и оценки последствий взрывов топливно-воздушных смесей [7–10]. Каждый документ описывает отдельное звено – выброс, рассеивание, зону поражения, взрыв; динамическая декомпозиция связывает их в единый расчет, где выход одной стадии служит входом следующей.

На уровне здания требования собраны в СП 402.1325800.2018. Свод правил предписывает легкосбрасываемые конструкции для погашения давления взрыва и системы контроля загазованности с автоматическим отключением подачи; сигнализатор связывается с быстродействующим запорным клапаном, установленным первым по ходу газа на внутреннем газопроводе [1]. Режим эксплуатации закреплен ГОСТ Р 58095.4-2021 и

постановлением Правительства РФ № 410: контролируются герметичность соединений, состояние арматуры и шлангов, тяга в дымоходах и вентканалах, исправность средств контроля загазованности [3, 4]. С 1 сентября 2023 года обслуживание и ремонт ВДГО и ВКГО закреплены за газораспределительными организациями [5].

Картина получается полной по составу требований, но разорванной по логике. Нормы отвечают на вопрос, что установить и что проверить, и почти не отвечают на вопрос, как быстро дефект на переходном участке сети превращается в опасную концентрацию и поражающее давление внутри жилого помещения. Этот разрыв и заполняет предлагаемая декомпозиция.

Принцип динамической декомпозиции

Под динамической декомпозицией здесь понимается разбиение газовой системы на элементы, для каждого из которых выбираются своя математическая модель, свой шаг интегрирования по времени и свой класс последствий. Высоконапорную часть допустимо описывать укрупненно, а чувствительные элементы жилой подсистемы – детально. Для застройки удобно выделить пять уровней (рис. 1): источник высокого или среднего давления; узлы редуцирования; внутридомовую и внутриквартирную низконапорную сеть; замкнутые объемы здания и прилегающей инфраструктуры; блок последствий (воспламенение, давление взрыва, отклик конструкций, воздействие на людей).

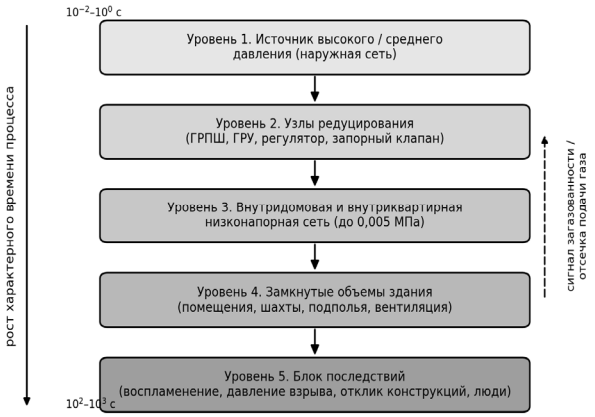


Рис. 1. Структурная схема динамической декомпозиции газовой системы жилой застройки

Каждому уровню отвечает свой масштаб времени. Открытие дефекта, критическое истечение и срабатывание регулятора укладываются в доли и единицы секунд; миграция газа, вентиляция и накопление под перекрытиями – десятки и сотни секунд; формирование поражающих факторов при воспламенении – снова доли секунды, но на фоне накопленной массы газа. Сводка уровней, моделей и контролируемых параметров приведена в табл. 1.

Таблица 1
Уровни динамической декомпозиции газовой системы жилой застройки

Уровень декомпозиции	Время, с	Базовая модель	Контролируемые параметры
1. Источник высокого/среднего давления	0,1–1	квазистационарное течение в сети	давление и расход питания
2. Узлы редуцирования (ГРПШ, регулятор, клапан)	0,5–5	нестационарное истечение, депрессуризация	расход через дефект, падение давления, температура стенки
3. Низконапорная сеть здания	1–30	до- и критическое истечение, баланс расхода	расход у прибора, масса газа до отсечки
4. Замкнутые объемы здания	30–600	перенос и накопление, вентиляционный обмен	концентрация, время достижения НКПР
5. Блок последствий	0,01–0,5	зоны поражения, давление взрыва, отклик конструкций	избыточное давление, импульс, показатель риска

Практический смысл разбиения в том, что оценка риска перестает зависеть от единственного усредненного параметра выброса. Вместо массы газа «вообще» в расчет входят масса, выпущенная до отсечки, минимальная температура стенки, время достижения порога загазованности и фактический режим срабатывания защиты.

Истечение газа через дефект

Быстропротекающий процесс начинается с локального дефекта – свища, трещины, разрыва шланга, ослабленного резьбового соединения. Расход через сечение течи определяется перепадом давления, состоянием газа и геометрией отверстия. Режим истечения задается отношением давления среды за дефектом к давлению в сети; критическое (звуковое) истечение наступает, когда это отношение не превышает критического значения:

$$\beta_{кр} = \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (1)$$

где k – показатель адиабаты (для метана k = 1,31). Для природного газа критическое отношение составляет около 0,544; при абсолютном давлении в сети свыше примерно 0,19 МПа истечение в атмосферу остается звуковым, а массовый расход не зависит от внешнего давления и определяется параметрами сети:

$$G_{кр} = \frac{\mu A\, p_0\, \psi}{\sqrt{R\, T_0}} \quad (2)$$

где G – массовый расход, кг/с; μ – коэффициент расхода (для острых кромок и малых отверстий 0,75–0,85); A – площадь сечения течи, м²; $p0$ – абсолютное давление в сети, Па; R – газовая постоянная (для метана 518 Дж/(кг·К)); $T0$ – температура газа, К; ψ – функция показателя адиабаты:

$$\psi = \sqrt{k}\left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k+1}{2(k-1)}}$$

Для метана $\psi \approx 0{,}67$.

При докритическом режиме, характерном для низконапорной внутридомовой сети, расход зависит и от внешнего давления:

$$G = \mu A\, p_0 \sqrt{\frac{2k}{(k-1)R\, T_0}\left(\beta^{2/k} - \beta^{(k+1)/k}\right)} \quad (3)$$

где β – отношение абсолютных давлений за дефектом и в сети.

Оценим характерные значения для среднего давления. Примем давление в сети 0,4 МПа (абс.), температуру газа 280 К, коэффициент расхода 0,8. Для дефекта диаметром 10 мм (площадь 78,5 мм²) массовый расход составит около 0,044 кг/с, то есть 159 кг/ч (объемный – 238 м³/ч); для дефекта 3 мм – 0,0040 кг/с, или 14,3 кг/ч (21,4 м³/ч). При срабатывании запорного клапана за 30 с через крупный дефект до отсечки выходит около 1,3 кг газа, через малый – около 0,12 кг (табл. 2).

Таблица 2
Расчетные параметры аварийного истечения метана

Параметр	Дефект d = 10 мм	Дефект d = 3 мм
Массовый расход G, кг/ч	159	14,3
Объемный расход Q, м³/ч	238	21,4
Время достижения НКПР при n = 3 1/ч, с	≈ 23	≈ 280
Масса газа до отсечки за 30 с, кг	1,3	0,12

Примечание. Метан; давление в сети 0,4 МПа (абс.); температура 280 К; коэффициент расхода 0,8; помещение объемом 30 м³.

Депрессуризация сегмента и охлаждение элементов

После вскрытия дефекта давление в отсеченном сегменте падает. Для сосредоточенного объема падение давления описывается балансом массы:

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{R\, T_0}{V} G \quad (4)$$

где V – объем сегмента, м³; G – мгновенный массовый расход через дефект, кг/с (определяется по (2) или (3) при текущем давлении). Малый объем опорожняется быстро, и расход успевает измениться за время срабатывания защиты; поэтому масса до отсечки оценивается интегрированием, а не умножением начального расхода на время.

Резкое расширение газа сопровождается охлаждением. На дросселе и в самом объеме проявляется эффект Джоуля–Томсона:

$$\Delta T = \mu_{JT}\, \Delta p \quad (5)$$

где ΔT – понижение температуры, К; μJT – коэффициент Джоуля–Томсона (для метана при околоатмосферных условиях около 4,5 К/МПа); Δp – перепад давления, Па [19, 21]. Для перепада 0,3 МПа охлаждение на дросселе невелико – порядка 1,5 К. Иная картина на квартальных и районных узлах редуцирования высокого давления: при перепаде свыше 1 МПа и за счет работы расширения внутри опорожняемого объема температура стенки понижается на десятки градусов, что ставит вопрос о низкотемпературном охрупчивании металла [21]. Для жилой застройки этот эффект значим не для каждой квартиры, а для встроенных и крышных теплогенераторных, газопроводов вблизи зданий и узлов ГРПШ.

Накопление газа в замкнутом объеме

Выброшенный газ распространяется в среде здания или прилегающего инженерного пространства. Здесь доминируют геометрия помещения, наличие верхних и нижних объемов, характер вентиляции и место

выпуска [22, 23]. Для инженерной оценки времени достижения опасной концентрации применима модель идеального перемешивания:

$$V\frac{dC}{dt} = Q_г - L\,C \quad (6)$$

где C – объемная доля газа; V – свободный объем помещения, м³; Qг – объемный приток газа, м³/с; L – расход вентиляции, м³/с ($L = nV/3600$, n – кратность воздухообмена, 1/ч). Решение при постоянном притоке:

$$C(t) = \frac{Q_г}{L}(1 - e^{-Lt/V}) \quad (7)$$

Время достижения нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР, для метана 5 об. %) находится из (7). Для помещения объемом 30 м³ и дефекта 10 мм НКПР достигается примерно за 23 с почти независимо от кратности воздухообмена в диапазоне 1–3 1/ч: приток газа многократно превышает производительность бытовой вентиляции. Для дефекта 3 мм роль вентиляции возрастает – при n = 3 1/ч порог достигается за время порядка 280 с, а при n = 15 1/ч стационарная концентрация остается ниже НКПР (около 4,8 %), и опасная атмосфера не образуется (рис. 2).

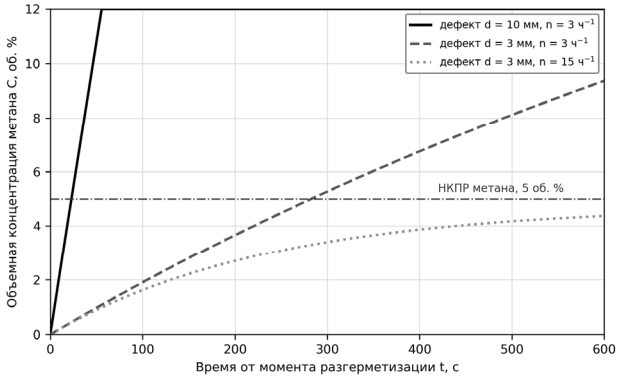


Рис. 2. Нарастание объемной концентрации метана в помещении объемом 30 м³

Расчет показывает границу между двумя классами защитных мер. Крупный дефект нейтрализуется только быстрой отсечкой: окно для срабатывания сигнализатора и клапана измеряется секундами; малый дефект парируется вентиляцией и своевременным обнаружением. Эта развилка прямо соответствует требованию СП 402 о быстродействующем запорном клапане и контроле загазованности [1].

Поражающие факторы и интеграция риска

При воспламенении накопленной смеси в помещении развивается дефлаграция. Избыточное давление взрыва оценивается по методике СП 12.13130.2009:

$$\Delta P = \frac{(P_{max} - P_0)\,m\,Z \cdot 100}{V_{св}\,\rho_{г.п}\,C_{ст}\,K_н} \quad (8)$$

где ΔP – избыточное давление, кПа; Pmax – максимальное давление взрыва стехиометрической смеси (для метана около 900 кПа); P0 – начальное давление, 101 кПа; m – масса газа в помещении, кг; Z – коэффициент участия газа во взрыве (для горючих газов 0,5); Vсв – свободный объем помещения, м³; ρг.п – плотность газа, кг/м³; Cст – стехиометрическая концентрация, об. % (для метана 9,45); Kн – коэффициент негерметичности, принимается равным 3 [18]. При накоплении метана до НКПР в помещении объемом 30 м³ масса газа составляет около 1,0 кг, и расчетное избыточное давление составит около 70 кПа. Это многократно превышает порог 5 кПа, при котором уже требуются легкосбрасываемые конструкции, и объясняет тяжесть разрушений несущих элементов при бытовых взрывах [16].

Завершающий уровень декомпозиции – свертка частных сценариев в показатель риска. Индивидуальный или коллективный риск получается суммированием вкладов:

$$R = \sum_i f_i\,Q_i \quad (9)$$

где R – интегральный показатель риска; fi – частота i-го сценария, 1/год; Qi – условная вероятность поражения или ожидаемый ущерб при реализации сценария [7, 11]. Частоты отказов берутся из статистики аварийности на сетях газораспределения и газопотребления и из данных по бытовому оборудованию [11, 14], а условные вероятности – из рассчитанных полей давления и концентраций. Существенно, что fi и Qi здесь не независимы: динамический расчет связывает их через время развития аварии и быстродействие защиты.

Применение подхода в задачах жилищно-коммунального строительства

Предложенная схема позволяет сравнивать конкретные сценарии вместо усредненной «аварии на газопроводе». Отказ регулятора в ГРПШ, утрата герметичности фланца на вводе, повреждение гибкой подводки, разгерметизация встроенной теплогенераторной, миграция газа по техподполью – у каждого свой доминирующий уровень и своя критическая метрика: время отсечки, кратность воздухообмена и конфигурация шахт или минимальная температура стенки.

Отсюда вытекает проектная отдача. Расчет времени достижения НКПР задает требование к быстродействию контроля загазованности и положению запорного клапана; расчет избыточного давления – площадь легкосбрасываемых конструкций; оценка охлаждения – выбор материала и теплоизоляции узлов редуцирования. Такая привязка переводит проектирование из режима формального соблюдения отдельных пунктов норм в режим количественного обоснования. Модель идеального перемешивания при этом дает оценку сверху по скорости накопления и для помещений сложной геометрии должна уточняться методами вычислительной гидродинамики [22].

На стадии эксплуатации тот же аппарат поддерживает ранжирование объектов по риску. Сценарии с малой массой выброса, но неблагоприятной вентиляцией и отложенным обнаружением могут давать вклад в риск не меньший, чем редкие крупные разрушения [14]. Адресные мероприятия – изменение схемы вентиляции, перестановка датчиков, секционирование сети, корректировка регламента обслуживания ВДГО и ВКГО – получают расчетное основание.

Выводы

Для условий жилищно-коммунального строительства динамическая декомпозиция быстропротекающих процессов разгерметизации и аварийного истечения сводит воедино три уровня, обычно рассматриваемые порознь: физику нестационарного истечения и депрессуризации, пространственное поведение газа в конкретном здании и эксплуатационную надежность газопотребляющих систем.

Расчетные соотношения (1)–(9) показывают, что измеримые параметры риска – масса газа до отсечки, минимальная температура элементов, время достижения НКПР, избыточное давление взрыва – получаются из связанной последовательности стадий, а не из единичного усредненного выброса. Оценка для метана при среднем давлении дала окно безопасности порядка 23 с для крупного дефекта в помещении 30 м³, что прямо нормирует быстродействие защиты.

Наиболее целесообразно многоуровневое описание, при котором высоконапорная часть сети моделируется укрупненно, а чувствительные элементы жилой подсистемы – детально, с привязкой к реальным дефектам и геометрии помещений. Развитие подхода – сопряжение инженерной оценки с моделированием замкнутых объемов методами вычислительной гидродинамики и с базами частот отказов – позволит перейти от проверки соблюдения норм к количественно обоснованной оценке техногенного риска для жилого дома, квартала и коммунального объекта.

Литература

1. СП 402.1325800.2018. Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления (с Изменением № 1, утв. приказом Минстроя России от 19.12.2022 № 1076/пр) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

2. СП 62.13330.2011*. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002 (с Изменениями № 1-4) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

3. ГОСТ Р 58095.4-2021. Системы газораспределительные. Требования к сетям газопотребления. Часть 4. Эксплуатация [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

4. О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования: постановление Правительства РФ от 14.05.2013 № 410 (ред. от 29.11.2025) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

5. О внесении изменений в статьи 2 и 3 Федерального закона "О газоснабжении в Российской Федерации" и Жилищный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 18.03.2023 № 71-ФЗ (ред. от 18.03.2023) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

6. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления": приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 531 (ред. от

03.03.2026) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

7. Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах": приказ Ростехнадзора от 03.11.2022 № 387 (ред. от 20.05.2025) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

8. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ": приказ Ростехнадзора от 02.11.2022 № 385 [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

9. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов": приказ Ростехнадзора от 28.11.2022 № 410 [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

10. Об утверждении Руководства по безопасности "Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей": приказ Ростехнадзора от 28.11.2022 № 412 [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

11. Медведева, О. Н. Определение вероятности возникновения аварий на сетях газораспределения и газопотребления / О. Н. Медведева, А. Ю. Чиликин // Вестник МГСУ. – 2021. – Т. 16, № 10. – С. 1363-1377. – DOI 10.22227/1997-0935.2021.10.1363-1377. – EDN ULSPKO.

12. Терешкин, А. А. Анализ аварийности на сетях газораспределения / А. А. Терешкин // Вестник магистратуры. – 2021. – № 5-6(116). – С. 63-65. – EDN JURZHC.

13. Курбатова, Г. И. Анализ упрощенных моделей транспортировки газа. Расчет местоположения утечки газа в трубопроводе / Г. И. Курбатова, Е. М. Виноградова, В. А. Клемешев // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2022. – Т. 18, вып. 2. – С. 239-252. – DOI 10.21638/11701/spbu10.2022.205.

14. Бугаев, П. Н. Газ в доме: анализ слабых мест / П. Н. Бугаев, В. Ф. Мартынюк // Газовый бизнес. – 2022. – № 1. – С. 60-65. – EDN BCSEYA.

15. Журин, А. М. Обзор нормативных документов по диагностированию внутридомового (внутриквартирного) газового оборудования / А. М. Журин // Вестник науки. – 2023. – Т. 5, № 1(58). – С. 248-255. – EDN RDSFYY.

16. Мартынюк, В. Ф. Анализ риска взрыва в газифицированных жилых домах / В. Ф. Мартынюк, П. Н. Бугаев // Горение и взрыв. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 13-21. – DOI 10.30826/CE22150202. – EDN WUZFCL.

17. Комаров, А. А. Моделирование аварийных выбросов взрывоопасных веществ в помещении / А. А. Комаров, Е. В. Бузаев, Г. В. Васюков, Р. А. Загуменников // Вестник МГСУ. – 2014. – № 10. – С. 132-140. – EDN SWJEBF.

18. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (в ред. Изменения № 1, утв. приказом МЧС России от 09.12.2010 № 643) [Электронный ресурс] // Доступ: СПС "КонсультантПлюс Проф" (Дата обращения: 13.06.2026).

19. Lakshmipathy, J. Evaluating the effects of emergency depressurization on a high-pressure high-temperature (HPHT) gas injection onshore pipeline / J. Lakshmipathy [et al.] // Proceedings of the ASME International Pipeline Conference (IPC2024). – New York: ASME, 2024. – V003T04A010. – DOI 10.1115/IPC2024-133025.

20. Schipachev, A. M. Study of the pipeline in emergency operation and assessing the magnitude of the gas leak / A. M. Schipachev, V. Fetisov, A. Nazyrov, D. Lee, A. Khamrakulov // Energies. – 2022. – Vol. 15, № 14. – Art. 5294. – DOI 10.3390/en15145294.

21. Godbole, A. Thermal response of gas pipeline metal to gas decompression / A. Godbole, G. Michal, C. Lu, P. Venton, P. Colvin // Proceedings of the ASME International Pipeline Conference (IPC2016). – New York: ASME, 2016. – V001T03A012. – DOI 10.1115/IPC2016-64333.

22. Prasad, K. A numerical study of the release and dispersion of a buoyant gas in partially confined spaces / K. Prasad, W. M. Pitts, J. C. Yang // International Journal of Hydrogen Energy. – 2011. – Vol. 36, № 8. – P. 5200-5210. – URL: https://www.nist.gov/publications/numerical-study-release-and-dispersion-buoyant-gas-partially-confined-spaces (дата обращения: 13.06.2026).

23. Pitts, W. M. Helium dispersion in an attached single-car residential garage with and without vehicle: NIST Technical Note 1731 / W. M. Pitts, J. C. Yang, M. G. Fernandez, K. R. Prasad. – Gaithersburg: NIST, 2012. – 96 p. – DOI 10.6028/NIST.TN.1731.

24. О происшествиях из-за взрыва бытового газа в 2024 году: официальное сообщение МЧС России от 02.12.2024. – URL: https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5409949 (дата обращения: 13.06.2026).

25. Более 640 тысяч газовых плит проверили в Москве с начала 2025 года: официальное сообщение АО "МОСГАЗ" от 03.06.2025. – URL: https://www.mos-gaz.ru/press-service/news/2025/06/03/2467 (дата обращения: 13.06.2026).

26. Что такое технически возможная газификация регионов // Газификация России. Материал обновлен 20.04.2025. – URL: https://www.gazprommap.ru/articles/max-gasification/ (дата обращения: 13.06.2026).

Dynamic decomposition of fast depressurization and emergency gas outflow processes in high-pressure gas systems as a basis for technogenic risk assessment in housing and communal construction

Stepanova O.G.
Vladimir Dahl Lugansk State University

JEL classification: L61, L74, R53

The acceleration of regional gasification, the revised rules for operating in-house gas equipment and the persistent accident rate in the residential sector make more accurate technogenic risk assessment in gas supply systems relevant. The dynamic decomposition of a residential gas system is considered as a methodological basis for quantitative risk assessment: the system is divided into five levels with different time scales and dedicated mathematical models, from the high-pressure source to the consequence block. Design relations are obtained for critical and subcritical gas outflow through a defect, depressurization of a network segment, cooling of elements, gas accumulation in a confined volume and explosion overpressure. Characteristic parameters are estimated for methane at medium pressure: for a 10 mm defect the lower flammability limit in a 30 m³ room is reached in about 23 s, which sets the required speed of protective devices. The decomposition approach is shown to turn formal compliance into quantitative ranking of scenarios and selection of targeted measures for housing and communal construction.

Keywords: gas supply, depressurization, emergency outflow, dynamic decomposition, technogenic risk, gas contamination, explosion overpressure, housing and communal construction.

References

1. SP 402.1325800.2018. Residential buildings. Design rules for gas consumption systems (with Amendment No. 1, approved by Order of the Ministry of Construction of Russia No. 1076/pr of 19.12.2022). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
2. SP 62.13330.2011*. Gas distribution systems. Updated edition of SNiP 42-01-2002 (with Amendments No. 1-4). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
3. GOST R 58095.4-2021. Gas distribution systems. Requirements for gas consumption networks. Part 4. Operation. Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
4. On measures to ensure safety in the use and maintenance of in-house and in-flat gas equipment: Decree of the Government of the Russian Federation No. 410 of 14.05.2013 (as amended on 29.11.2025). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
5. On amendments to Articles 2 and 3 of the Federal Law "On Gas Supply in the Russian Federation" and the Housing Code of the Russian Federation: Federal Law No. 71-FZ of 18.03.2023 (as amended on 18.03.2023). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
6. On approval of the Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety rules for gas distribution and gas consumption networks": Order of Rostechnadzor No. 531 of 15.12.2020 (as amended on 03.03.2026). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
7. On approval of the Safety Guide "Methodological foundations of hazard analysis and accident risk assessment at hazardous production facilities": Order of Rostechnadzor No. 387 of 03.11.2022 (as amended on 20.05.2025). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
8. On approval of the Safety Guide "Methodology for modeling the dispersion of emergency releases of hazardous substances": Order of Rostechnadzor No. 385 of 02.11.2022. Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
9. On approval of the Safety Guide "Methodology for accident risk assessment of process pipelines transporting flammable gases": Order of Rostechnadzor No. 410 of 28.11.2022. Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
10. On approval of the Safety Guide "Methodology for assessing the consequences of accidental explosions of fuel-air mixtures": Order of Rostechnadzor No. 412 of 28.11.2022. Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
11. Medvedeva O. N., Chilikin A. Yu. Determining the probability of accidents on gas distribution and gas consumption pipelines. Vestnik MGSU, 2021, vol. 16, no. 10, pp. 1363-1377. DOI 10.22227/1997-0935.2021.10.1363-1377. EDN ULSPKO. (in Russian).
12. Tereshkin A. A. Analysis of accidents on gas distribution networks. Vestnik magistratury, 2021, no. 5-6(116), pp. 63-65. EDN JURZHC. (in Russian).
13. Kurbatova G. I., Vinogradova E. M., Klemeshev V. A. Analysis of simplified gas transportation models. Calculation of gas leak location in a pipeline. Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes, 2022, vol. 18, iss. 2, pp. 239-252. DOI 10.21638/11701/spbu10.2022.205. (in Russian).
14. Bugaev P. N., Martynyuk V. F. Gas in the house: analysis of weak points. Gazovyy biznes, 2022, no. 1, pp. 60-65. EDN BCSEYA. (in Russian).
15. Zhurin A. M. Review of regulatory documents on diagnostics of in-house and in-flat gas equipment. Vestnik nauki, 2023, vol. 5, no. 1(58), pp. 248-255. EDN RDSFYY. (in Russian).
16. Martynyuk V. F., Bugaev P. N. Explosion risk analysis in gasified residential buildings. Combustion and Explosion, 2022, vol. 15, no. 2, pp. 13-21. DOI 10.30826/CE22150202. EDN WUZFCL. (in Russian).

17. Komarov A. A., Buzaev E. V., Vasyukov G. V., Zagumennikov R. A. Modeling emergency releases of explosive substances indoors. Vestnik MGSU, 2014, no. 10, pp. 132-140. EDN SWJEBF. (in Russian).
18. SP 12.13130.2009. Determination of categories of premises, buildings and outdoor installations for explosion and fire hazard (as amended by Amendment No. 1, approved by Order of EMERCOM of Russia No. 643 of 09.12.2010). Available via ConsultantPlus Professional (accessed 13.06.2026). (in Russian).
19. Lakshmipathy J. et al. Evaluating the effects of emergency depressurization on a high-pressure high-temperature (HPHT) gas injection onshore pipeline. Proc. ASME International Pipeline Conference (IPC2024). New York, ASME, 2024, V003T04A010. DOI 10.1115/IPC2024-133025.
20. Schipachev A. M., Fetisov V., Nazyrov A., Lee D., Khamrakulov A. Study of the pipeline in emergency operation and assessing the magnitude of the gas leak. Energies, 2022, vol. 15, no. 14, art. 5294. DOI 10.3390/en15145294.
21. Godbole A., Michal G., Lu C., Venton P., Colvin P. Thermal response of gas pipeline metal to gas decompression. Proc. ASME International Pipeline Conference (IPC2016). New York, ASME, 2016, V001T03A012. DOI 10.1115/IPC2016-64333.
22. Prasad K., Pitts W. M., Yang J. C. A numerical study of the release and dispersion of a buoyant gas in partially confined spaces. International Journal of Hydrogen Energy, 2011, vol. 36, no. 8, pp. 5200-5210. Available at: https://www.nist.gov/publications/numerical-study-release-and-dispersion-buoyant-gas-partially-confined-spaces (accessed 13.06.2026).
23. Pitts W. M., Yang J. C., Fernandez M. G., Prasad K. R. Helium dispersion in an attached single-car residential garage with and without vehicle. NIST Technical Note 1731. Gaithersburg, NIST, 2012, 96 p. DOI 10.6028/NIST.TN.1731.
24. On incidents due to domestic gas explosions in 2024: official statement of EMERCOM of Russia of 02.12.2024. Available at: https://mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/5409949 (accessed 13.06.2026). (in Russian).
25. More than 640 thousand gas stoves checked in Moscow since the beginning of 2025: official statement of MOSGAZ of 03.06.2025. Available at: https://www.mos-gaz.ru/press-service/news/2025/06/03/2467 (accessed 13.06.2026). (in Russian).
26. What is technically feasible regional gasification. Gasification of Russia. Updated 20.04.2025. Available at: https://www.gazprommap.ru/articles/max-gasification/ (accessed 13.06.2026). (in Russian).

Зарубежный опыт формирования жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления

Супранович Валерия Михайловна
кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры архитектурного проектирования, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, vmsupranovich@gmail.com

Изменения в политике Российской Федерации в отношении сокращения уровня отходов и создание систем его сбора и переработки в рамках проекта «Экономика замкнутого цикла» отражается и на архитектурно-градостроительных решениях объектов обращения с мусором. В статье рассмотрен альтернативный вариант транспортировки твердых коммунальных отходов из основных мест их накопления – жилых комплексов, с применением пневмосистемы. Выполнен обзор существующей системы обращения с мусором в Российской Федерации с точки зрения архитектурного аспекта и выявлены предпосылки к достижению целей устойчивого развития в стране. Проведен комплексный анализ зарубежного опыта проектирования жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления в районах реновации Стокгольма и Парижа. Выявлены их градостроительные и функционально-планировочные особенности. Предложены рекомендации для реализации замкнутой схемы обращения с мусором в системе «жилая застройка – объект обращения с отходами» для условий крупных городов России.
Статья публикуется по результатам выполнения гранта НПР СПбГАСУ 2026 года на тему «Особенности функционально-планировочной организации жилых комплексов с применением пневматических систем транспортировки отходов в Российской Федерации».
Ключевые слова: жилые комплексы, пневмосистема мусороудаления, планировочный каркас, реновация, устойчивое развитие, Российская Федерация.

Введение

Актуальность темы. Переход к экономике «замкнутого цикла» в рамках реализации национальных целей Российской Федерации «Экологическое благополучие» страны, согласно указу президента В. В. Путина № 309 от 07.05.2024 года предполагает существенные изменения в системе обращения с твердыми бытовыми отходами. Планируется создание систем предприятий в структуре крупных городов и мегаполисов России для проведения процессов сортировки и переработки мусора на основе схем территориального планирования и других нормативных и правительственных документов. Однако предложенные меры предполагает сбор и доставку мусора от главного источника его накопления – жилых домов и комплексов, исключительно грузовым транспортом, что ведет к увеличению нагрузки на дорожно-транспортную сеть и экологическую обстановку [1, 2]. Поэтому необходимо рассмотреть такие альтернативные методы сбора и транспортировки твердых коммунальных отходов, как пневмосистемы мусороудаления и определить особенности проектирования жилых комплексов с учетом интегрируемых инженерных коммуникаций [3].

Статья публикуется по результатам выполнения гранта НПР СПбГАСУ 2026 года на тему «Особенности функционально-планировочной организации жилых комплексов с применением пневматических систем транспортировки отходов в Российской Федерации».

Гипотеза исследования. Современные подходы обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации не учитывают создание систем «жилая застройка – объект обращения с ТКО», особенностей их функционально-планировочных и градостроительных решений с учетом архитектурного аспекта, тем самым ограничивая возможность развития и улучшения городской среды. Поэтому целесообразно провести комплексное изучение существующего опыта проектирования жилых комплексов с использованием пневмосистем в условиях эксплуатации крупного города для разработки и внедрения дальнейших рекомендаций.

Цель работы – разработать рекомендации по функционально-планировочной и градостроительной организации жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления для условий мегаполиса.

Задачи исследования: выполнить обзор существующей системы обращения с отходами в Российской Федерации с точки зрения архитектурного аспекта и выявить предпосылки к достижению целей устойчивого развития; провести комплексный анализ зарубежного опыта проектирования жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления и выявить их градостроительные и функционально-планировочные особенности; предложить рекомендации для последующего внедрения в проектирование.

Объект исследования – жилые комплексы.

Предмет исследования – градостроительные и функционально-планировочные особенности архитектуры жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления.

Границы исследования. В исследовании изучены жилые комплексы в Стокгольме и Париже, интегрированные в городскую ткань на территориях бывших промышленных предприятий, градостроительные и архитектурные решения которых в том числе отвечают требованиям использования пневмосистем мусороудаления. В статье изучены жилые комплексы (группа секционных зданий, предназначенных для постоянного проживания людей в границах одного земельного участка, с общей домовой и придомовой инфраструктурой), как основной планировочный элемент современного градостроительного каркаса.

Материалы и методы исследования

Основой теоретической базы исследования по теме устойчивого развития городской среды послужили труды А. Г. Вайтенса, В. А. Нефедова, А. Н. Тетиора и М. М. Бродач. Аспекты социально-экологической модернизации городских систем обращения с мусором в Российской Федерации изучены в работе А. Р. Шевченко. Вопросы развития архитектуры объектов переработки ТКО и оптимизации их градостроительного размещения проанализированы в статьях В. М. Супранович, А. Д. Сафроновой, Т. Я. Вавиловой, А. А. Павловского. Особенности архитектурно-градостроительных преобразований для вновь застраиваемых территорий и создания современной жилой застройки изучены в работах С. П. Заварихина и Т. А. Славиной. Проанализирован ряд иностранных он-

лайн источников, позволяющий детально изучить зарубежный практический опыт реализации жилых комплексов с использованием пневмосистем мусороудаления.

В качестве методов исследования использован комплексный анализ печатных и электронных материалов, а также применены графические методы определения связей в системе взаимодействия жилых объектов и предприятий по обращению с отходами внутри городской структуры.

Основная часть

Вопросы реализации системы обращения с отходами в крупных городах Российской Федерации неразрывно связаны с градостроительными и архитектурно-планировочными решениями объектов переработки ТКО [4, 5], так как предполагают оптимальную схему размещения относительно зон первичного накопления мусора [6]. Согласно проведенным исследованиям за 2020-2025 годы на кафедре Архитектурного проектирования СПБГАСУ, выявлено, что сокращение санитарно-защитных зон от данных предприятий, а также включение их в городскую территориальную систему возможно благодаря гуманизации их внешнего облика и оптимизации схем размещения [7]. Другими словами, создание альтернативного подхода к организации связей между жилой застройкой и предприятием позволит существенно повысить качество городской среды, ее санитарно-гигиенические характеристики и способствовать организации первичной сортировки отходов среди населения [8]. Реализация целей устойчивого развития предполагает, что управление отходами – является одним из важных индикаторов их достижения [9], что доказывает наличие предпосылок для дальнейшей модернизации существующих подходов в Российской Федерации, создания урбо-экологического каркаса в городах миллионниках [10] и эко-систем озеленения жилых районов [11] как для вновь осваиваемых территорий, так и для участков реновации бывших промышленных территорий и соответствует экологическому, экономическому и социальному аспектам устойчивого развития [12].

Комплексный анализ зарубежного опыта проектирования жилых комплексов с применением пневмосистем мусороудаления позволит определить особенности их градостроительной и функционально-планировочной организации. Важно отметить, что одним из ключевых аспектов изучения является интеграция объектов в городскую систему крупного города и создания замкнутой структуры обращения с отходами за счет объемно-планировочных средств. В качестве аналогов проектирования рассмотрены район Хаммарбю Шёстад (Стокгольм, Швеция) [2] и район Клиши-Батиньоль (Париж, Франция) [2]. Данные примеры выбраны не случайно, так как полностью реализуют комплексный подход к созданию устойчивой среды за счет архитектурно-градостроительных методов [13], позволяющие интегрировать не только пневмосистемы сбора отходов, но и применять другие инновационные методы в строительстве.

Рассматривая район Хаммарбю Шестад в Стокгольме (Швеция) необходимо разметить, что он был построен на месте бывших промышленных территорий, которые ранее занимали ткацкие фабрики, нефтяной терминал и другие производства [14]. Площадь района составляет 250 га и имеет связь с природными водными объектами и городской скоростной магистралью [14]. Жилой фонд рассчитан на проживание 25 000 человек и 20 000 работающих [14]. Для интеграции новой жилой застройки, была проведена рекультивация грунта, что позволило разместить новые подземные коммуникации, в том числе и часть пневматической системы, предназначенной для транспортировки отходов под землей на централизованные закрытые станции сбора. Это сократило нагрузку на дорожно-транспортную сеть района, а также снизило уровень шума от грузового транспорта. Главным элементом пневмосистем являются инлеты - (впускные отверстия) – точки приёма отходов, которые герметичны и не относятся к объектам негативного воздействия на окружающую среду [2]. Основную часть территории район отдана под жилые комплексы с применением периметральной и точечной застройки [14]. При ширине жилых улиц от 20 до 40 метров и средней высоте зданий в 5 этажей формируется необходимый фронт, способствующий минимизации воздействия ветра в холодной время года и организации со масштабной среды, с включением водных и парковых объектов. При этом, в каждом дворе применена уличная система клапанов приема мусора, выполненная в едином дизайне для всего жилого района. Клапаны соединены с подземными камерами, в которых накапливаются отходы для дальнейшей транспортировки на станции сбора [14]. Также в районе применяется фасадная система, когда клапаны приема оборудованы в цокольном уровне стен жилых домов. Доступность клапанов для жителей не более 30 метров [14]. Более того, для оптимизации первичной сортировки, в первых этажах жилых домов организованы пункты приема для таких видов мусора как стекло, пластик, электронная техника и т. д. Это специальные помещения, запроектированные непосредственно под сбор отходов, но поддерживающие архитектуру зданий. Пешеходная доступность – около 150-200 метров. Станции сбора расположены по трем сторонам, по границе периферии района, с возможностью подъезда спец транспорта, что является одной их особенностей градостроительного размещения объекта по обращению с отходами в составе жилой застройки (Рис.1).

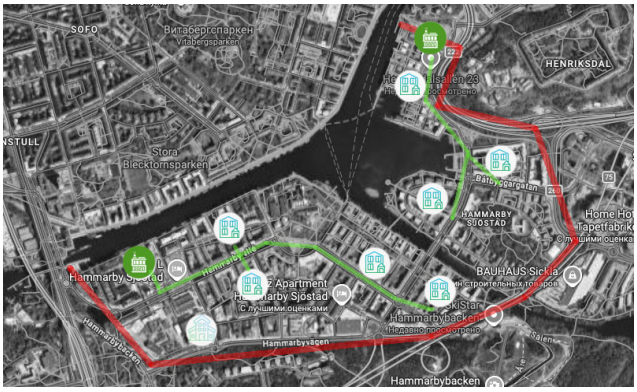


Рис. 1 Схема застройки района Хаммарбрю Шестад (Стокгольм, Швеция) с указанием объектов обращения с отходами относительно жилых комплексов

Другим примером организации городской системы «жилая застройка – объект обращения с отходами» является район Клиши-Батиньоль в Париже (Франция) [2]. Площадь района составляет 54 гектара и является территорией бывшей железнодорожной пустоши Батиньоль [15]. Центральным ядром района является парк Мартина Лютера Кинга, который обрамлен жилой застройкой с переменной этажностью 9-13. Численность населения составляет около 7500 человек [15]. В районе действует единая пневмосистема мусороудаления с использованием как уличной системы клапанов, расположенных в структуре застройки, так и интерьерной, расположенной на первом этаже зданий. Отходы транспортируются на центральную станцию, которая размещена по границе района (Рис. 2) [15]. Важно отметить, что данный объект интегрирован в комплекс общественных зданий и совмещен с логистическим центром, а его внешний облик отвечает характеру окружающей архитектуры. Поэтому на первый взгляд, достаточно сложно представить, что назначение здания – это прием отходов. Для того, чтобы организовать сеть трубопроводов использовано создание уклона за счет рельефа внутри района, а сами коммуникации расположены под вело и пешеходными дорожками. Для эксплуатации системы предусмотрены ревизии. Длина подземного трубопровода составляет около 2 километров до самого дальнего клапана приема, что говорит о возможности создания протяженных систем обслуживания зданий.

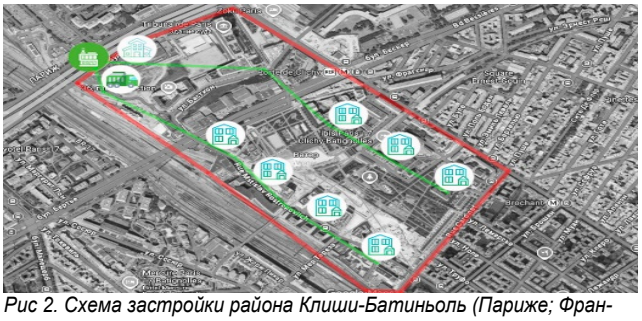


Рис 2. Схема застройки района Клиши-Батиньоль (Париже; Франция) с указанием объекта обращения с отходами относительно жилых комплексов

Результаты

Согласно результатам комплексного анализа зарубежного опыта выявлено, что повышение эффективности управления отходами в контексте устойчивого развития городов Российской Федерации требует внедрения систем «жилая застройка – объект обращения с отходами». Оба примера демонстрирую варианты «замкнутой схемы», где в зависимости от численности населения и площади застройки, интегрируются необходимые элементы сбора, транспортировки и сбора мусора. Возможно изолированное расположение центральных станций сбора, на территории промышленного назначения, что соответствует актуальным нормам Рос-

сийской Федерации, но позволяет оптимизировать процессы транспортировки и сократить использование мусоровозов. Другим вариантом градостроительного размещения может быть выбор промышленно-деловой зоны, где объект приема совмещен с логистическим центром и входит в пятно застройки общественных зданий. Тем не менее, оба аналога выявляют такие градостроительные особенности организации жилых районов с применением пневмосистем мусороудаления, как:

– периферийное расположение зон размещения объектов по обращению с ТКО;

– сокращение дорожного полотна внутри района в пользу увеличения количества вело и пешеходных путей;

– обеспечение регулярности застройки за счет объемно-пространственного каркаса.

Функционально-планировочная организация жилых комплексов зависит от выбора систем первичной приемки – уличной или интерьерной, но при использовании первой, необходимо обеспечивать пешеходную доступность для уличных систем сбора мусора внутри придомового участка. Сокращение дорожного полотна позволяет широко применять различные виды мощения, а также использовать дополнительное озеленение. Целесообразно предусматривать и помещения для прочего (не органического) мусора для организации первичной сортировки и профилактики поломки пневмосистемы, что актуально для условий Российской Федерации в связи с особенностями обращения с мусором среди населения. Поэтому в процессе проектирования необходимо выделять дополнительные площади технических помещений в первых этажах жилых зданий.

Все приведенные результаты требуют, как территориального планирования городских схем размещения объектов по обращению с отходами, так и организации точек приема отходов внутри каждой жилой группы, что для условий мегаполисов и крупных городов подразумевает применение системного подхода на стадии градостроительного планирования и непосредственно дальнейших проектных решений. Отдельно необходимо отметить, что выбранные аналоги расположены на бывших промышленных территориях городов, что доказывает возможность интеграции жилых комплексов с пневмосистемами мусороудаления, не только в новых районах, на периферии от сложившейся застройки, но и внутри центральных городских территорий городов, предлагаемых к реновации.

Выводы

Проведенное исследование доказывает, что эффективная организация управления отходами в крупных городах невозможна без комплекса градостроительных и функционально-планировочных средств формирования городской среды в целом. Применение «замкнутых схем» при использовании систем «жилая застройка – объект обращения с ТКО» позволит оптимизировать процесс сбора и транспортировки отходов, наладить первичную сортировку мусора и развитие программы «Экономики замкнутого цикла». Использование передовых технологий в жилых комплексах улучшит качество придомовой среды за счет исключения неприглядных площадок по сбору мусора, применению мощения и увеличения озеленения, улучшить санитарно-гигиеническую обстановку дворов и поэтажных систем (при использовании внутридомовых клапанов приема), а также интегрировать объекты сбора и переработки ТКО, в случае его размещения в промышленно-деловой зоне города.

Литература

1. Рывкин М.Д., Бытовой мусор и мегаполис: проблемы утилизации // Твердые бытовые отходы. 2007. № 5 (11). С. 22-23. EDN: NCLMER

2. Супранович В.М. Устойчивое развитие в архитектуре объектов обращения с твердыми бытовыми отходами в России: значение, интерпретация, реализация // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2025. № 9 С. 24 - 34. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-9-24-34 EDN: YSMIEK

3. Супранович В.М., Кунавина С. С. Системы сбора и сортировки ТКО в Российской Федерации: особенности размещения относительно жилой застройки // Качество жизни: архитектура, строительство, транспорт, образование: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции. - Иваново: ИВГПУ, 2026, С. 143 - 146.

4. Вавилова Т. Я., Коваленков И.О. Актуальные направления архитектурного проектирования объектов обращения с отходами // Вестник СПБГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2016. №1(22). С. 91-96. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.15 EDN: VPIHDP

5. Павловский А. А. К вопросу о размещении мусороперерабатывающих объектов на территории крупнейших городов России // Астраханский вестник экологического образования. 2020. № 4 (58). С. 44 - 56. DOI: 10.36698/2304-5957-2020-19-4-44-56 EDN: XGUURW

6. Супранович В.М. Анализ нормативно-правовой документации проектирования объектов обращения с отходами в контексте политики устойчивого развития РФ// Инновации и инвестиции. 2025. № 9. С. 796 - 798. EDN: IXUQYR

7. Супранович В. М., Сафронова А. Д. Тенденции формообразования мусороперерабатывающих объектов. Основные направления и их влияние на архитектуру МПО // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2023. № 3. С. 97 - 110.

8. Рожков Р. С. Совершенствование системы мотивации в области сортировки бытовых отходов // Инновации. Наука. Образование. 2020. №17. С. 261-265. EDN: NERWKZ

9. Шевченко А.Р. Управление отходами как индикатор устойчивого развития: реализация в Российской Федерации // Пробелы в российском законодательстве. 2023. № 2. С. 55 - 60. EDN: ACDNDB

10. Вайтенс А. Г., Шубенков М. В. Урбоэкологическая концепция пространственного развития России: возможности реализации // Вестник гражданских инженеров. 2020. № 3 (80). С. 14 - 20. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-3-14-20 EDN: GXKLIX

11. Тетиор А. Н. Урбоэкологическая концепция России в условиях кризисного развития мира // Жилищное строительство. 2013. № 1. С. 13-16.

12. Бродач М. М., Шилкин Н. В. Зеленые здания и глобальные цели устойчивого развития // Экологически ориентированная архитектура высоких технологий: Пленарные доклады и тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции 24-25 ноября 2022 г., Москва, МАРХИ / Под общ. редакцией академика РААСН Г. В. Есаулова. - Москва: МАРХИ, 2023. С. 23-28.

13. Заварихин С. П., Нефедов В. А., Славина Т. А. Некоторые основы теории архитектурно-градостроительных преобразований // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 49 - 52. EDN: XGRIVJ

14. Район Хаммарбю Шёстад, Стокгольм, Швеция. - 2017 - 2026 [Электронный ресурс] URL: https://bstudy.net/982187/iskusstvo/rayon_hammarbyu_shyostad_stokgolm_shvetsiya (Дата обращения: 20.04. 2026).

15. Реконструкция Клиши-Батиньоль: миссия выполнена. - 2024 [Электронный ресурс] URL: https://www.paris.fr/pages/clichy-batignolles-17e-2379 (Дата обращения: 20.04. 2026)

International experience in developing residential complexes using pneumatic waste collection systems

Supranovich V.M.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

Changes in the Russian Federation's policy regarding waste reduction and the establishment of collection and recycling systems—driven by the "Circular Economy" project—are influencing the architectural and urban planning solutions for waste management facilities. This article examines an alternative method for transporting municipal solid waste from primary accumulation points (such as residential complexes) using a pneumatic system. The existing waste management system in the Russian Federation has been reviewed from an architectural perspective, and the prerequisites for achieving sustainable development goals in the country have been identified. A comprehensive analysis was conducted of international experience in designing residential complexes that utilize pneumatic waste collection systems, focusing on urban renewal areas in Stockholm and Paris. Their urban planning and functional-spatial characteristics have been identified. Recommendations have been proposed for implementing a closed-loop waste management scheme within the "residential development – waste management facility" system, tailored to the conditions of large Russian cities.

The article presents the results of a 2026 SPSUACE research project titled "Specifics of the Functional and Spatial Organization of Residential Complexes Utilizing Pneumatic Waste Collection Systems in the Russian Federation."

Keywords: residential complexes, pneumatic waste collection system, planning framework, renovation, sustainable development, Russian Federation.

References

1. Ryvkin M.D., Household waste and the metropolis: disposal challenges // Solid Household Waste. 2007. No. 5 (11). P. 22–23. EDN: NCLMER

2. Supranovich V.M., Sustainable development in the architecture of solid household waste management facilities in Russia: significance, interpretation, and implementation // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2025. No. 9. P. 24–34. DOI: 10.34031/2071-7318-2025-10-9-24-34 EDN: YSMIEK

3. Supranovich V.M., Kunavina S.S., MSW collection and sorting systems in the Russian Federation: siting specifics relative to residential areas // Quality of Life: Architecture, Construction, Transport, Education: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. – Ivanovo: IVGPU, 2026. P. 143–146.

4. Vavilova T. Ya., Kovalenkov I. O. Current trends in the architectural design of waste management facilities // Bulletin of SPbGASU. Urban Planning and Architecture. 2016. No. 1(22). P. 91–96. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.01.15 EDN: VPIHDP

5. Pavlovsky A. A. On the issue of siting waste processing facilities in Russia's largest cities // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. 2020. No. 4 (58). P. 44–56. DOI: 10.36698/2304-5957-2020-19-4-44-56 EDN: XGUURW

6. Supranovich V. M. Analysis of regulatory documentation for the design of waste management facilities in the context of the Russian Federation's sustainable development policy // Innovations and Investments. 2025. No. 9. P. 796–798. EDN: IXUQYR

Применение нечёткого венгерского алгоритма решения задачи о назначениях для оптимальной реконструкции зданий и сооружений

Тонких Руслан Андреевич
аспирант, Юго-Западный государственный университет,
ruslan_tonckih@yandex.ru

Оптимизация технических решений по реконструкции, усилению и восстановлению элементов и конструкций зданий и сооружений является неотъемлемым условием повышения эффективности проектов в строительстве, в условиях ограниченных ресурсов, жестких требований к безопасности и специфики эксплуатируемых объектов. Традиционные методы проектирования реконструкции, основанные на детерминистических подходах и нормативах, приводят к избыточным материальным затратам либо, напротив, к недостаточной надежности при наличии априорной неопределенности относительно технического состояния зданий и сооружений, а также и размерности оптимизационной задачи. В статье предложен подход к оптимизации путем сведения к комбинаторной задаче о назначениях, а также нечеткая модификация венгерского алгоритма для ее решения, как наиболее адекватная в условиях параметрической неопределённости проектных решений на этапе предварительного проектирования реконструкции.

Ключевые слова: реконструкции зданий и сооружений, задача о назначениях, комбинаторная оптимизация, функция принадлежности, венгерский алгоритм.

Введение

Оптимальная реконструкция зданий и сооружений подразумевает комплекс мероприятий по изменению параметров объекта капитального строительства, реализуемых с учетом, как правило, противоречивых критериев: высокой надежности/безопасности, наилучшей эргономики/функциональности, строго заданной технологичности, а также минимальной стоимости и времени реализации проекта [1-4].

Основные типы оптимизационных задач в практике рассматриваемой предметной области включают [5, 6]:

1) оптимизацию параметров элементов усиления (сечения, шаг, материал) при обеспечении требований по прочности, жесткости и трещиностойкости [7, 8];

2) оптимизацию конструктивной схемы усиления (выбор типа каркасной системы: внешнее армирование, шпренгельные системы, и пр.);

3) оптимизацию организационно-технологических решений (очередность работ, выбор техники, механизмов, продолжительность, стоимость) [9-11];

4) оптимизацию при решении задач технического диагностирования – как задачи определения оптимальной [12].

Проблематика оптимизации усугубляется двумя методологическими факторами [13-16]:

1) априорной неопределенностью значений аргументов целевой функции, выраженной в слабых знаниях о степени влияния скрытых дефектов и исходной долговечности модернизируемых конструкций;

2) Размерностью задачи выбора параметров оптимальной конфигурации технического решения в пространстве альтернатив, обусловленной компромиссом между точностью решения и временем вычислений.

Помимо методологических проблем существует комплекс взаимосвязанных проблем организационного характера, одна из которых заключается в отсутствии нормативной базы материалов и единых методик ранжирования зданий и сооружений по степени износа (на подлежащие текущему ремонту, усилению или сносу) [17].

Таким образом, актуальность тематики настоящих исследований обусловлена необходимостью повышения эффективности проектных решений в условиях ограниченных ресурсов, противоречивости кортежа требований и априорной неопределённости исходных данных, имеющих не вероятностную природу (в силу отсутствия статистически репрезентативных выборок по реконструкции в массовом масштабе). Цель исследований – разработка конструктивного алгоритма оптимизации технических решений в ходе реконструкции, усиления и восстановления конструктивных элементов эксплуатируемых зданий и сооружений в условиях априорной неопределённости исходных данных.

Сведение оптимизации технических решений по реконструкции и усилению строительных конструкций к комбинаторной задаче о назначениях

Задача реконструкции характеризуется следующими особенностями:

1) ограниченная номенклатура материалов, конструкций, технологий, например, проектировщик выбирает усиление из существующего сортамента проката (дискретный ряд двутавров, швеллеров, арматуры) или типоразмеров композитных тканей;

2) конечное (но большое) число типов технических решений, например перечень технологических схем усиления (обоймы, внешнее армирование);

3) дискретность шага конструктивных элементов, обусловленная топологией и расстановкой элементов усилия (хомутов, планок, анкеров) с расчетной дискретностью, кратной определенному модулю целого числа.

В результате, задача поиска оптимального решения не может быть сведена к поиску экстремума гладкой функции (методами дифференциального исчисления), а требует применения методов комбинаторной оптимизации.

Классическая задача о назначениях заключается в нахождении такого соответствия между двумя множествами равной мощности (множеством «исполнителей» и множеством «работ»), при котором суммарная эффективность (или стоимость) максимальна (минимальна). В контексте реконструкции данная модель приобретает следующий содержательный

смысл. Пусть задано множество дефектных зон или элементов конструкции, требующих усиления (далее – «участки работ») $I=\{1,2,...,n\}$. Также задано множество возможных типовых технических решений по усилению (далее – «технологии») $J=\{1,2,...,n\}$. Требуется назначить каждой *i*-ой проблемной зоне *j*-й метод реконструкции (усиления) таким образом, чтобы:

1) каждая проблема была решена (каждому участку назначен) одним методом (технологией);

2) каждый метод (технология) был использован не более одного раза (или с учетом ограничений на ресурсы);

3) суммарная стоимость работ *C* была минимальна, либо суммарная надежность (интегральный показатель несущей способности) *R* была максимальна.

Введем бинарную переменную x_{ij}, которая принимает значение 1, если *i*-й участок усиливается *j*-м методом, и 0 в противном случае:

$$x_{ij}=\begin{cases}1, \text{ если участокмодернизируется методом } j\\ 0, \text{ иначе.}\end{cases} \quad (1)$$

Целевая функция (минимизация стоимости):

$$F(x)=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}c_{ij}x_{ij}\to\min, \quad (2)$$

где c_{ij} – стоимость применения *j*-го метода усиления (модернизации) для *i*-го участка, *n* – число участков работ и применяемых технологий (методов).

Каждый участок должен быть усилен (каждому участку назначается ровно один метод) одним методом:

$$F(x)=\sum_{j=1}^{n}x_{ij}=1,\ \forall i\in I. \quad (3)$$

Каждый метод (технология) может быть использован ограниченное число раз (например, из-за наличия одной бригады специалистов или ограниченного запаса материалов):

$$F(x)=\sum_{i=1}^{n}x_{ij}=1,\ \forall j\in J. \quad (4)$$

Необходимость использования именно этой модели, а не более простых методов (например, жадных алгоритмов или линейного программирования с непрерывными переменными), обусловлено следующими факторами.

1. Необходимость учета технологической совместимости (матрица эффективности c_{ij}). Значение c_{ij} (эффективность или стоимость) не является абстрактной величиной. В строительной механике применимость метода *j* к дефекту *i* определяется сложными физическими и геометрическими условиями. Как показывают современные исследования, расчет конструкций может быть представлен в виде графа, где вершины - злы, а ребра – элементы (балки, колонны) [18]. В такой модели «назначение» метода усиления определенному узлу графа меняет его каркас (остов). Если применить неподходящий метод (неверное «назначение»), целевая функция c_{ij} стремится к бесконечности, так как решение не будет удовлетворять условиям прочности.

2. Обеспечение глобальной оптимальности (точность решения). В практике реконструкции часто встречаются задачи, где необходимо одновременно усилить несколько элементов (например, все ригели на этаже). Локально-оптимальное решение для одного ригеля (например, усиление углеволокном) может быть неоптимальным для здания в целом, если в наличии имеется ограниченное количество этого материала или бригада, способная работать только с металлом [19].

3. Учет дискретности параметров при многокритериальном выборе.

Исследования в области оптимизации подземных пространств и усиления зданий показывают, что оптимальные параметры (например, шаг балок) определяются в дискретном диапазоне [20]. В этом случае, задача о назначениях позволяет учитывать не только стоимость материалов (вес металлоконструкций), но и трудоемкость работ, приводя к снижению общей стоимости технологии. Современные тенденции к автоматизации проектирования и внедрению BIM-технологий требуют формализации процессов выбора решений.

Решение задачи о назначениях при перепрофилировании зданий нечетким венгерским методом

Часто, в проблемно-ориентированных системах проектирования используется метод основывается на разложении нечеткого множества на уровневые множества. Такой подход использует теоретические формулы, устанавливающие связь между известными степенями принадлежности $m_A(x_i)$ элементов универсального множества $X=\{x_1, x_2,... ,x_n\}$ к нечеткому множеству *A* и вероятностью выбора $P(x_i)$ этих элементов из при проведении наблюдений показателей и принятии решений, организованных определенным образом. При этом вводятся уровневые множества $Aa_1, Aa_2, \ldots, Aa_i$ вида

$$Aa=\{x\,|\,m_A(x)\ge a\}, \quad (5)$$

т.е. множеством *a*-уровня ($a\in[0,1]$) нечеткого множества *A*, заданного в пространстве *X*, называется такое обычное (четкое) множество *Aa* ($Aa\in X$), степень принадлежности элементов которого к *A* больше или равна *a*. Каждое нечеткое множество можно разложить на уровневые множества и представить как объединение этих множеств, а также определить для них условие $a_j=m(x_j)$.

Без ограничения общности можно считать, что элементы x_i пронумерованы в порядке возрастания степеней принадлежности. Тогда множества Aa_i будут иметь следующий вид:

$$Aa_1=X=\{x_1,x_2,...,x_n\},\ \ Aa_2=\{x_2,x_3,...,x_n\},\ \ Aa_n=\{x_n\}. \quad (6)$$

При проведении наблюдений показателей объектов управления и принятии решений о классе их состояния, из множества $[a_1,.a_2,\ldots,a_n]$ выбирается случайным образом элемент a_j, а из соответствующего этому элементу уровневого множества Aa_j также случайным образом выбирается элемент x_i . При этом вероятности для механизма выбора a_j и, следовательно, Aa_j устанавливаются равными

$$P(a_j)=P(Aa_j)=m(x_j)-m(x_{j-1}), \quad (7)$$

т.е. определяются величиной интервала между уровнями. Вероятности для механизма выбора элемента x_i из Aa_j принимаются равными

$$P(x_i\,|\,Aa_j)=\begin{cases}0, & \text{при } x_i\in Aa_j,\\ \dfrac{1}{n_j}, & \text{при } x_i\notin Aa_j,\end{cases} \quad (8)$$

где n_j - число элементов множества Aa_j. Вероятность $P_i(x_i)$ выбора элемента x_i при проведении наблюдений показателей и принятии решений о классе состояния объекта управления, определенная на основе знания вероятностей $P(Aa_j)$, $P(x_i|Aa_j)$, $j=1,2,\ldots,n$, может быть подсчитана по следующей формуле:

$$P(x_i)=\sum_{j=1}^{n}P(x_i\,|\,Aa_j)P(a_j),\ \ i=1,2,...,n. \quad (9)$$

Из (9) с учетом указанных выше правил нахождения входящих в него элементов имеем:

$$\begin{aligned}&P(x_1)=\frac{1}{n}m(x_1);\ \ P(x_2)=P(x_1)+\frac{1}{n-1}\big(m(x_2)-m(x_1)\big),...;\\ &P(x_{i+1})=P(x_i)+\frac{1}{n-i}\big(m(x_{i+1})-m(x_i)\big);...\\ &P(x_n)=P(x_{n-1})+\big(m(x_n)-m(x_{n-1})\big).\end{aligned} \quad (10)$$

Уравнения (10) можно разрешить относительно величин $m(x_i)$, $i=1,2,\ldots,n$. В результате получаются следующие соотношения

$$\begin{cases}m(x_1)=nP(x_1);\ \ m(x_2)=(n-1)P(x_2)+P(x_1);...\\ m(x_{i+1})=(n-1)P(x_{i+1})+\sum_{j=1}^{i}P(x_j);\ \ m(x_n)=\sum_{j=1}^{n}P(x_j).\end{cases} \quad (11)$$

На основе использования соотношений (11) может быть решена задача, инверсная по отношению к той, решение которой привело к получению данных соотношений, а именно, определяя путем обработки информации, получаемой от экономиста-эксперта, оценки для вероятностей вхождения x_i в уровневые множества $P(x_j)$, $j=1,2,\ldots,s$, можно найти степени принадлежности $m(x_i)$, $i=1,2,...,n$ к множеству *A*. При этом число уровней *s* может быть взято большим $n(s\ge n)$. Рассмотрим гипотетическую ситуацию, когда на одном земельном участке имеется 4 ценных исторических здания в городской среде, которые требуют реконструкции и функционального перепрофилирования. Для каждого здания необходимо выбрать одно из 4 возможных новых функциональных назначений (например: культурный центр, офисное здание, гостиница, жилой комплекс). Стоимость реконструкции и адаптации здания *i* под функцию *j* не может быть точно определена на этапе планирования из-за множества неопределенных факторов (скрытые дефекты конструкций, колебания цен на материалы, непредвиденные реставрационные работы). Поэтому стоимость задается в виде нечетких треугольных чисел (трехэлементными векторами). Обозначим Z1 – бывший особняк XIX века, Z2 – старое промышленное здание, Z3 – исторический административный корпус, Z4 – памятник архитектуры регионального значения. Множество вариантов реконструкции: F1 – культурно-выставочный центр, F2 – бизнес-центр, F3 – бутик-отель, F4 – жилой корпус. Стоимость C_{ij} представлена треугольной функцией предпочтения, описываемой нечетким кор-

тежем вида (*l, m, u*), где *l* – оптимистичная оценка (минимальная стоимость), *m* – наиболее вероятная стоимость, *u* – пессимистичная оценка (максимальная стоимость). Единицы измерения – миллионы рублей (табл.1).

Таблица 1

Нечеткие меры принадлежности зданий вариантам реконструкции (матрица нечетких стоимостей реконструкции)

Здание	F1 (Культурный центр)	F2 (Бизнес-центр)	F3 (Отель)	F4 (Жилье)
Z1	(80; 85; 95)	(75; 80; 90)	(90; 100; 115)	(95; 105; 120)
Z2	(85; 90; 100)	(70; 75; 82)	(95; 105; 115)	(88; 95; 105)
Z3	(78; 82; 90)	(80; 85; 92)	(85; 90; 100)	(92; 98; 110)
Z4	(88; 95; 105)	(82; 88; 95)	(92; 98; 108)	(86; 92; 100)

Необходимо распределить функции по зданиям (каждому зданию – один вариант реконструкции, каждый вариант – одному зданию) так, чтобы минимизировать суммарную стоимость реконструкции земельного участка, учитывая неопределенность исходных данных.

Согласно подходу нечеткого венгерского алгоритма для задачи о назначениях, решение реализуется в пять этапов.

Этап 1. Преобразование нечетких чисел в интервальные с использованием доверительного α-уровня. Выбирается уровень достоверности, например α=0.5. Для треугольной функции принадлежности (*l, m, u*) интервал на уровне α вычисляется по формуле

$$C_{ij}(\alpha)=\left[l+\alpha(m-l),\ u-\alpha(u-m)\right]. \quad (12)$$

Далее, осуществляется поэлементное преобразование всех компонент матрицы нечетких стоимостей реконструкции (табл. 1). Например, для

Z1/F1: (80; 85; 95) → [80 + 0,5(85-80), 95 – 0,5(95-85)] = [80 + 2,5; 95 - 5] = [82,5; 90]. Результат преобразования – интервальная матрица стоимостей (млн. руб.), приведена в табл. 2.

Таблица 2

Интервальная матрица стоимостей реконструкции

Здание	F1	F2	F3	F4
Z1	[82,5; 90]	[77,5; 85]	[95; 107,5]	[100; 112,5]
Z2	[87,5; 95]	[72,5; 78.5]	[100; 110]	[91,5; 100]
Z3	[80; 86]	[82,5; 88.5]	[87,5; 95]	[95; 104]
Z4	[91,5; 100]	[85; 91.5]	[95; 103]	[89; 96]

Этап 2. Применение модифицированного венгерского метода для интервальных данных.

Классический венгерский алгоритм требует скалярных значений. Для работы с интервалами необходимо определить правило сравнения интервалов и операцию вычитания.

Правило предпочтения формулируется как: Интервал $A=[a_L;\ a_R]$ предпочтительнее (меньше) интервала $B=[b_L;\ b_R]$ если:

$$1.a_L < b_L, \text{либо} \quad (13)$$

$$2.a_L = b_L, \text{и } a_R < b_R.$$

Это правило означает, что лицо, принимающее решение, сначала смотрит на нижнюю границу (оптимистичный сценарий), а при их равенстве – на верхнюю (пессимистичный сценарий).

Этап 3. Приведение строк. Для каждой строки находим минимальный интервал и вычитаем его из всех элементов строки. Операция вычитания интервалов выполняется покомпонентно:

$$[a_L;a_R]-[b_L;b_R]=[a_L-b_L;a_R-b_R] \quad (14)$$

Строка Z1: минимальный интервал — [77.5, 85] (F2). Вычитается:
Z1/F1: [82,5-77,5; 90-85] = [5; 5] (фактически четкое число 5)
Z1/F2: [77,5-77,5; 85-85] = [0; 0]
Z1/F3: [95-77,5; 107,5-85] = [17,5; 22,5]
Z1/F4: [100-77,5; 112,5-85] = [22,5; 27,5]
Строка Z2: минимальный интервал — [72.5; 78.5] (F2). Вычитается:
Z2/F1: [87,5-72,5; 95-78,5] = [15; 16,5]
Z2/F2: [0; 0]
Z2/F3: [100-72,5; 110-78,5] = [27,5; 31,5]
Z2/F4: [91,5-72,5; 100-78,5] = [19; 21,5]
Строка Z3: минимальный интервал — [80; 86] (F1). Вычитается:
Z3/F1: [0; 0]
Z3/F2: [82,5-80; 88,5-86] = [2,5; 2,5]
Z3/F3: [87,5-80; 95-86] = [7,5; 9]
Z3/F4: [95-80; 104-86] = [15; 18]
Строка Z4: минимальный интервал — [85; 91,5] (F2). Вычитается:
Z4/F1: [91,5-85; 100-91,5] = [6,5; 8,5]
Z4/F2: [0; 0]
Z4/F3: [95-85; 103-91,5] = [10; 11,5]
Z4/F4: [89-85; 96-91,5] = [4; 4,5]

Этап 4. Приведение столбцов. После приведения строк формируется матрица, представленная таблицей 3.

Таблица 3

Приведенная матрица стоимостей реконструкции

Здание	F1	F2	F3	F4
Z1	[5; 5]	[0; 0]	[17,5; 22,5]	[22,5; 27,5]
Z2	[15; 16,5]	[0; 0]	[27,5; 31,5]	[19; 21,5]
Z3	[0; 0]	[2,5; 2,5]	[7,5; 9]	[15; 18]
Z4	[6,5; 8,5]	[0; 0]	[10; 11,5]	[4; 4,5]

Путем поиска минимального интервала, приводится каждый столбец таблицы 3.

Столбец F1: минимум – [0; 0] (Z3). Преобразование не требуется (уже 0).

Столбец F2: минимум – [0; 0] (везде). Преобразование не требуется.

Столбец F3: минимумы: Z1: [17,5; 22,5]; Z2: [27,5; 31,5]; Z3: [7,5; 9]; Z4: [10; 11,5]. Минимальный интервал сравнивается по правилу предпочтения (24): нижние границы: 7,5 (Z3) меньше 10, 17,5, 27,5. Минимум – [7,5; 9] (Z3). Он вычитается из всех элементов столбца F3. Столбец F4: минимумы: Z1: [22,5; 27,5]; Z2: [19; 21,5]; Z3: [15;18]; Z4: [4; 4,5]. Минимальный интервал – [4; 4,5] (Z4). Также, вычитается из всех элементов столбца F4. Выполнив вычитание по столбцам, формируется табл. 4.

Этап 5. Поиск оптимального назначения в реконструкции.

Необходимо найти такое назначение «здание-функция», чтобы сумма выбранных интервалов была минимальна, и при этом в каждой строке и каждом столбце было выбрано ровно одно назначение.

Таблица 4

Матрица вычитаний

Здание	F1	F2	F3 (вычитается [7,5; 9])	F4 (вычитается [4; 4,5])
Z1	[5; 5]	[0, 0]	[17,5-7,5; 22,5-9] = [10; 13,5]	[22,5-4, 27,5-4.5] = [18,5; 23]
Z2	[15; 16,5]	[0, 0]	[27,5-7,5; 31,5-9] = [20; 22,5]	[19-4, 21,5-4,5] = [15; 17]
Z3	[0; 0]	[2,5; 2,5]	[7,5-7,5; 9-9] = [0; 0]	[15-4, 18-4,5] = [11; 13,5]
Z4	[6,5; 8,5]	[0, 0]	[10-7,5; 11,5-9] = [2,5; 2,5]	[4-4; 4,5-4,5] = [0; 0]

Начиная с нулевых интервалов (или минимальных):
назначение Z3 → F1 ([0; 0]);
назначение Z4 → F4 ([0; 0]);
назначение Z1 → F2 ([0; 0]);
остается Z2 и F3. Назначение Z2 → F3 ([20; 22,5]).

Проверяется, все ли функции назначены: F1 (Z3), F2 (Z1), F3 (Z2), F4 (Z4). Условие выполнено.

Полученное решение оптимального распределения функций (назначений) по зданиям:

Z1 (Особняк XIX в.) → F2 (Бизнес-центр);

Z2 (Промышленное здание) → F3 (Бутик-отель);

Z3 (Административный корпус) → F1 (Культурно-выставочный центр);

Z4 (Памятник архитектуры) → F4 (Жилой корпус).

Суммарная стоимость реконструкции равна сумме исходных интервалов (из матрицы на этапе 1), соответствующих выбранным назначениям:

Z1/F2: [77,5; 85]
Z2/F3: [100, 110]
Z3/F1: [80, 86]
Z4/F4: [89, 96].

Суммируя интервалы, вычисляется диапазон стоимости реконструкции участка:

Нижняя граница: 77,5 + 100 + 80 + 89 = 346,5
Верхняя граница: 85 + 110 + 86 + 96 = 377
Итоговая стоимость реконструкции: [346,5; 377] миллионов рублей.

Обсуждение результатов

Полученный результат в виде интервала [346.5, 377] млн руб. является более информативным для заказчика (например, муниципалитета или инвестора), чем точечная оценка. Он показывает диапазон возможных затрат: от оптимистичного (346.5 млн) до пессимистичного (377 млн) сценариев.

В реальном проекте реконструкции стоимость никогда не известна точно (скрытые дефекты фундамента, непредвиденные реставрационные работы, колебания цен на рынке материалов). Использование интервальной арифметики позволяет варьировать этой неопределенностью, а не игнорировать ее.

Классический венгерский метод работает с четкими числами, поэтому, для учета априорной неопределённости, потребовалась разработка правил сравнения и арифметики для интервалов, что является более адекватным подходом на этапах предварительного проектирования реконструкции зданий и сооружений.

Заключение

В работе показано, что современная практика реконструкции зданий и сооружений сталкивается с необходимостью выбора технических решений в условиях многокритериальности, и противоречивости требований т.к. требуется обеспечить несущую способность, долговечность, технологичность и экономическую эффективность при минимальном вмешательстве в существующую конструкцию. Рассмотрены основные подходы к оптимизации в проектировании. Показана логика сведения оптимизации технических решений по реконструкции и усилению строительных конструкций к комбинаторной задаче о назначениях. Представлено математическое обоснование модифицированного нечеткого венгерского алгоритма решения задачи о назначениях. Приведенный пример демонстрирует, как математическая задача о назначениях, решаемая модифицированным нечетким венгерским алгоритмом с интервальными данными, позволяет оптимизировать стратегию реконструкции в условиях неопределенности. Результат свидетельствует о потенциальной применимости аппарата нечеткой логики и интервального анализа при принятии логически прозрачных проектных решений в строительной отрасли.

Литература

1. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. В 2-х частях. 4.1. Оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Под ред. А.И. Бедова. – М: Издательство АСВ, 2014 – 704 с.
2. Бондаренко, В. М. Надежность и долговечность железобетонных конструкций при реконструкции зданий / В. М. Бондаренко, В. И. Римшин. – М.: Издательство АСВ, 2020. – 288 с.
3. Гроздов, В. Т. Техническое обследование строительных конструкций, зданий и сооружений: учебное пособие / В. Т. Гроздов. – СПб: Издательство Политехнического университета, 2019. – 165 с.
4. Кодыш, Э. Н. Усиление и восстановление строительных конструкций / Э. Н. Кодыш, И. К. Никитин, Н. Н. Трекин. – М.: Стройиздат, 2021. – 340 с.
5. Маковецкий, А. И. Современные методы усиления железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий / А. И. Маковецкий, Т. Л. Костарева // Пермские строительные ведомости. – 2022. – № 4. – С. 25–31.
6. Реконструкция зданий и сооружений: методы усиления несущих конструкций: монография / С. А. Мадатян, В. В. Гранев, М. Н. Кирсанов [и др.]; под ред. С. А. Мадатяна. – М.: РААСН, 2020. – 412 с.
7. Русинов А. Где тонко, там и рухнет: что делать со старыми пятиэтажками в регионах? №46 02.12.2022. [Электронный ресурс]. – URL: https://stroygaz.ru/publication/dwelling/gde-tonko-tam-i-rukhnet-chto-delat-so-starymi-pyatietazhkami-v-regionakh/ (дата обращения: 16.02.2026).
8. Del Vecchio, C. Towards the seismic and energy retrofitting of existing school buildings via an integrated design procedure / C. Del Vecchio, R. Frascadore, C. Menna [et al.] // Proceedings of the 8th Zero Energy Mass Custom Home International Conference (ZEMCH 2021). – Dubai: ZEMCH Network, 2021. – P. 33–57.
9. Haneef, F. Application of Urban Scale Energy Modelling and Multi-Objective Optimization Techniques for Building Energy Renovation at District Scale / F. Haneef, G. Pernigotto, A. Gasparella, J. Kämpf // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, no. 20. – Article 11554. – DOI: 10.3390/su132011554.
10. Lou, Y. Long-term carbon emission reduction potential of building retrofits with dynamically changing electricity emission factors / Y. Lou, Y. Ye, Y. Yang [et al.] // Building and Environment. – 2022. – Vol. 210. – Article 108617. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108617.
11. Sánchez-Garrido, A. J. Optimizing reactive maintenance intervals for the sustainable rehabilitation of chloride-exposed coastal buildings with MMC-based concrete structure / A. J. Sánchez-Garrido, I. J. Navarro, V. Yepes // Environmental Impact Assessment Review. – 2026. – Vol. 116. – Article 108110. – DOI: 10.1016/j.eiar.2025.108110.
12. Chen, L. Retrofitting aged masonry buildings using advanced cementitious fibre reinforced concrete material: case study and comparison to traditional methods / L. Chen, Z. Zhao, J. Xia, B. Chen // Sustainable Buildings. – 2026. – Vol. 9. – Article 2. — DOI: 10.1051/sbuild/2025002.
13. Skiles, M. J. Effect of building sector retrofits on natural gas demand and electricity supply during winter weather emergencies / M. J. Skiles, D. Kassel, C. W. King [et al.] // Results in Engineering. – 2026. – Vol. 29. — Article 108509. — DOI: 10.1016/j.rineng.2025.108509.
14. Ahmad, S. A Systematic Review of Multi-Objective Optimisation Building Energy Retrofit, with a Focus on Hot-Humid Climate Regions / S. Ahmad, M. T. Shafiq, D. E. Attoye // Energies. – 2026. – Vol. 19, no. 1. – Article 122. – DOI: 10.3390/en19010122.
15. Kussumardianadewi, B. D. Conceptual framework of green retrofitting guided by GBCI and PUPR ministerial regulation number 21 of 2021 at high-rise office building based on WBS and BIM-5D to increase accuracy of cost estimation / B. D. Kussumardianadewi, Y. Latief, T. Ilyas, A. D. Rarasati // AIP Conference Proceedings. – 2025. – Vol. 3169, no. 1. – Article 040131. – DOI: 10.1063/5.0254530.
16. Altan, H. Energy Modelling of Multi-Family Residential High-rise Buildings in the South-eastern Mediterranean Climate: Retrofit Policy Design / H. Altan, B. Ozarisoy//ZEMCH 2021: 8th Zero Energy Mass Custom Home International Conference, Proceedings.– Dubai:ZEMCH Network, 2021.– P. 33–57.
17. Sadeghi, M. Towards Net Zero Energy Performance of the Montpetit Hall Building: M.A.Sc. Thesis / M. Sadeghi. – Ottawa: University of Ottawa, 2026. – 187 p.
18. Snimshchikov, S.V., Savrasov, I. P., Kvasnikov, A. A. Application of discrete mathematics methodology for graph model construction in the calculation of reinforced concrete structures // Earthquake engineering. Construction's safety. - 2025. - #4. – P.09–18.
19. Zigangirova, L. I., Galiev, I. K., Ibragimov, R. A., Shakirzyanov, F. R. Optimization of engineering solutions used to develop the underground spaces of existing buildings // Vestnik MGSU. - 2022. - № 11. – P. 1528-1536.
20. Zigangirova, L. I., Galiev, I. K., Ibragimov, R. A. Optimization of Technological Solutions for Underground Space Construction of Existing Buildings // 2022, Lecture Notes in Civil Engineering Proceedings of STCCE 2022. – P. 219-225.

Application of fuzzy hungarian algorithm to solving the assignment problem for optimal reconstruction of buildings and structures

Tonkih R.A.
Southwestern State University

JEL classification: L61, L74, R53

Optimization of technical solutions for the reconstruction, reinforcement, and restoration of building and structure elements and structures is essential for improving the efficiency of construction projects, given limited resources, stringent safety requirements, and the specific nature of the facilities being operated. Traditional reconstruction design methods based on deterministic approaches and standards lead to excessive material costs or, conversely, to insufficient reliability due to hidden defects. This article proposes an optimization approach by reducing this to a combinatorial assignment problem, as well as a fuzzy modification of the Hungarian algorithm for its solution, as the most appropriate in the face of parametric uncertainty in design solutions at the preliminary reconstruction design stage.

Keywords: building and structure reconstruction, assignment problem, combinatorial optimization, membership function, Hungarian algorithm.

References

1. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya, vosstanovlenie i usilenie osnovanij i stroitel′nykh konstruktsij ekspluatiruemykh zdanij i sooruzhenij. V 2-kh chastyakh. 4.1. Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya osnovanij i stroitel′nykh konstruktsij ekspluatiruemykh zdanij i sooruzhenij. Pod red. A.I. Bedova. – M: Izdatel′stvo ASV, 2014 – 704 s.
2. Bondarenko, V. M. Nadezhnost′ i dolgovechnost′ zhelezobetonnykh konstruktsij pri rekonstruktsii zdanij / V. M. Bondarenko, V. I. Rimshin. – M.: Izdatel′stvo ASV, 2020. – 288 s.
3. Grozdov, V. T. Tekhnicheskoe obsledovanie stroitel′nykh konstruktsij, zdanij i sooruzhenij: uchebnoe posobie / V. T. Grozdov. – SPb: Izdatel′stvo Politekhnicheskogo universiteta, 2019. – 165 s.
4. Kodysh, E. N. Usilenie i vosstanovlenie stroitel′nykh konstruktsij / E. N. Kodysh, I. K. Nikitin, N. N. Trekin. – M.: Strojizdat, 2021. – 340 s.
5. Makovetskij, A. I. Sovremennye metody usileniya zhelezobetonnykh konstruktsij ekspluatiruemykh zdanij / A. I. Makovetskij, T. L. Kostareva // Permskie stroitel′nye vedomosti. – 2022. – № 4. – S. 25–31.
6. Rekonstruktsiya zdanij i sooruzhenij: metody usileniya nesushchikh konstruktsij: monografiya / S. A. Madatyan, V. V. Granev, M. N. Kirsanov [i dr.]; pod red. S. A. Madatyana. – M.: RAASN, 2020. – 412 s.
7. Rusinov A. Gde tonko, tam i rukhnet: chto delat′ so starymi pyatietazhkami v regionakh? №46 02.12.2022. [Elektronnyj resurs]. – URL: https://stroygaz.ru/publication/dwelling/gde-tonko-tam-i-rukhnet-chto-delat-so-starymi-pyatietazhkami-v-regionakh/ (data obrashcheniya: 16.02.2026).
8. Del Vecchio, C. Towards the seismic and energy retrofitting of existing school buildings via an integrated design procedure / C. Del Vecchio, R. Frascadore, C. Menna [et al.] // Proceedings of the 8th Zero Energy Mass Custom Home International Conference (ZEMCH 2021). – Dubai: ZEMCH Network, 2021. – P. 33–57.
9. Haneef, F. Application of Urban Scale Energy Modelling and Multi-Objective Optimization Techniques for Building Energy Renovation at District Scale / F. Haneef, G. Pernigotto, A. Gasparella, J. Kämpf // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, no. 20. – Article 11554. – DOI: 10.3390/su132011554.
10. Lou, Y. Long-term carbon emission reduction potential of building retrofits with dynamically changing electricity emission factors / Y. Lou, Y. Ye, Y. Yang [et al.] //

Building and Environment. – 2022. – Vol. 210. – Article 108617. – DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108617.
11. Sánchez-Garrido, A. J. Optimizing reactive maintenance intervals for the sustainable rehabilitation of chloride-exposed coastal buildings with MMC-based concrete structure / A. J. Sánchez-Garrido, I. J. Navarro, V. Yepes // Environmental Impact Assessment Review. – 2026. – Vol. 116. – Article 108110. – DOI: 10.1016/j.eiar.2025.108110.
12. Chen, L. Retrofitting aged masonry buildings using advanced cementitious fibre reinforced concrete material: case study and comparison to traditional methods / L. Chen, Z. Zhao, J. Xia, B. Chen // Sustainable Buildings. – 2026. – Vol. 9. – Article 2. — DOI: 10.1051/sbuild/2025002.
13. Skiles, M. J. Effect of building sector retrofits on natural gas demand and electricity supply during winter weather emergencies / M. J. Skiles, D. Kassel, C. W. King [et al.] // Results in Engineering. – 2026. – Vol. 29. — Article 108509.
14. Ahmad, S. A Systematic Review of Multi-Objective Optimisation Building Energy Retrofit, with a Focus on Hot-Humid Climate Regions / S. Ahmad, M. T. Shafiq, D. E. Attoye // Energies. – 2026. – Vol. 19, no. 1. – Article 122. – DOI: 10.3390/en19010122.
15. Kussumardianadewi, B. D. Conceptual framework of green retrofitting guided by GBCI and PUPR ministerial regulation number 21 of 2021 at high-rise office building based on WBS and BIM-5D to increase accuracy of cost estimation / B. D. Kussumardianadewi, Y. Latief, T. Ilyas, A. D. Rarasati // AIP Conference Proceedings. – 2025. – Vol. 3169, no. 1. – Article 040131.
16. Altan, H. Energy Modelling of Multi-Family Residential High-rise Buildings in the South-eastern Mediterranean Climate: Retrofit Policy Design / H. Altan, B. Ozarisoy // ZEMCH 2021: 8th Zero Energy Mass Custom Home International Conference, Proceedings. – Dubai: ZEMCH Network, 2021. – P. 33–57.
17. Sadeghi, M. Towards Net Zero Energy Performance of the Montpetit Hall Building: M.A.Sc. Thesis / M. Sadeghi. – Ottawa: University of Ottawa, 2026. – 187 p.
18. Snimshchikov, S.V., Savrasov, I. P., Kvasnikov, A. A. Application of discrete mathematics methodology for graph model construction in the calculation of reinforced concrete structures // Earthquake engineering. Construction's safety. - 2025. - #4. – P.09–18.
19. Zigangirova, L. I., Galiev, I. K., Ibragimov, R. A., Shakirzyanov, F. R. Optimization of engineering solutions used to develop the underground spaces of existing buildings // Vestnik MGSU. - 2022. - № 11. – P. 1528-1536.
20. Zigangirova, L. I., Galiev, I. K., Ibragimov, R. A. Optimization of Technological Solutions for Underground Space Construction of Existing Buildings // 2022, Lecture Notes in Civil Engineering Proceedings of STCCE 2022. – P. 219-225.

Память места и узнавание архитектурного образа: ретенция, воображаемое достраивание и проектное предвосхищение

Третьяков Егор Андреевич
аспирант, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А. Д. Крячкова, e.a.tretiakov@gmail.com

В статье исследуется временна́я жизнь архитектурного образа, то есть способ, каким однажды сложившийся образ здания удерживается и уточняется памятью, воображением и повторным восприятием. Рецепция феноменологии архитектуры обычно берёт это удержание слитно, под общим именем памяти места. Работа разводит его на несколько разнородных механизмов и проверяет их феноменологическим описанием на четырёх сооружениях, неудобных для гладкого описания: анфиладе Зимнего дворца, затопленной Калязинской колокольне, реконструкции Кносского дворца А. Эванса и оставшемся в проекте Дворце Советов. Каждый случай уточняет или ограничивает применяемое к нему понятие. Главный результат состоит в критерии, по которому граница воспринятого и воображаемого в составе одного образа проводится через исправимость, то есть через различие достройки, поправимой обходом, и достройки, которую поправить нечем. Выводы важны для теории восприятия архитектуры, для музейной подачи руин и реконструкций и для анализа проектного изображения.

Ключевые слова: архитектурный образ, восприятие, память места, ретенция, воображаемое достраивание, проектное предвосхищение, узнавание, феноменология, Э. Гуссерль, Ж.-П. Сартр.

Введение

Образ здания, сложившийся однажды, остаётся при человеке и за порогом. Он удерживается во времени, а при новом приходе узнаётся как тот же самый. Эта временна́я жизнь образа и рассматривается в статье. Вопрос исследования узок: чем удерживается архитектурный образ между уходом и возвращением и что происходит с ним при повторной встрече со зданием. Под архитектурным образом понимается устойчивое единство опыта сооружения, производное от его устройства и развёрнутое во времени восприятия. Образ собирается по ходу обхода, держится памятью между обходами и правится при следующем проходе. У каждого из этих сроков свои средства, а рецепция феноменологии архитектуры чаще держит этот пласт слитным, под общим именем памяти места. Задача состоит в том, чтобы развести эти механизмы и показать, где у каждого проходит граница. Материалом послужили случаи, неудобные для гладкого описания. Сюда входят затопленная колокольня, у которой под воду ушёл лишь нижний ярус, раскоп, достроенный в бетоне спорной рукой реставратора, здание, существовавшее только в проекте, со снесённым ради него храмом, и анфилада, сквозная ось которой выставляет напоказ разбираемый на ней механизм. Объекты подобраны по этому сопротивлению материала, и каждый ставит под вопрос ровно то понятие, к которому приложен. Феноменологическое описание предпочтено семиотическому и историко-культурному подходам потому, что вопрос касается самого способа данности образа в опыте.

Методы

Работа ведётся методом феноменологического описания. Опорой служат четыре источника, которые разводят интересующие механизмы тоньше прочих. Удержание только что прошедшего разбирает Э. Гуссерль в лекциях о внутреннем сознании времени, где введены ретенция, первичная память и протенция [4]. Э. Кейси описывает телесную память привычки и память места и отделяет их от памяти-воспоминания [16]. Работу воображения, его «существенную скудость» и квазинаблюдение прослеживает Ж.-П. Сартр [11], а отделение продуктивного воображения от репродуктивного проводит вслед за ним Я. А. Слинин [12]. Самым тонким оказывается П. Рикёр, у которого берётся узнавание как шов между памятью и повторным восприятием [10]. Источники сходятся не во всём, и одно расхождение задаёт работе главный узел. Гуссерль вплетает невидимое в горизонт восприятия, так что отвёрнутая и скрытая стороны вещи принадлежат ещё восприятию [5]. Сартр проводит между восприятием и образом резкую черту и относит недоступное созерцанию к воображаемому [11]. Одно и то же достраивание невидимой части здания одна сторона числит перцептивным, другая воображаемым, и спор этот не решается ссылкой на ясность картинки. Ход рассуждения при этом сходный. Понятие вводится по источнику и прикладывается к конкретному зданию, где выясняется, держится ли оно без натяжки и где начинает сбоить. Художественный образ, как замечает М. Р. Невлютов, всегда сохраняет остаток сверх исчерпывающего понимания [9, с. 80].

Основная часть

Ретенция и временно́е единство одного обхода

Восприятие здания выходит за точку настоящего. Идущий видит текущий вид на фоне только что покинутого, ещё длящегося в восприятии. Средства описать такое удержание даёт феноменология внутреннего сознания времени. Восприятие временно́го предмета Гуссерль разбирает на примере мелодии. Звучащий тон дан вместе с только что отзвучавшими, которые удерживаются в особом модусе, помимо исчезновения и нового припоминания, иначе «вместо мелодии мы имели бы аккорд одновременных тонов» [4, с. 13]. Этому удержанию отвечает имя ретенции, и к каждому моменту восприятия «присоединяется хвост ретенций и горизонт протенций» [4, с. 131].

Перенос на обход здания соблазнителен, но здесь нужна осторожность. Мелодия длится сама, и «„Прошедшее“ и „Теперь“ исключают друг друга» [4, с. 37]. Пройденный зал ведёт себя иначе, поскольку сохраняется и доступен для повторного прохода. Перенос опирается лишь на сходство. Общей остаётся форма, в которой текущее дано на фоне предыдущего.

Под проход насквозь выстроена Большая парадная анфилада Зимнего дворца, и на ней эта форма читается крупнее всего. Анфилада ставит залы по сквозной оси от Иорданской лестницы и сводит дверные

порталы друг против друга, так что перспектива открывается через несколько помещений вперёд [3]. Порядок залов известен, за Фельдмаршальским идёт Петровский, далее Гербовый, затем сквозь Военную галерею 1812 года ось приводит в Георгиевский тронный зал. Войдя из светлого и высокого Фельдмаршальского зала в Петровский, посетитель ещё несёт в восприятии оставленный позади объём, и тёмно-красный бархат с золотом вензелей обступает вошедшего поверх только что покинутой высоты. Петровский кажется теснее ещё прежде, чем взгляд пересчитает его убранство.

Именно на этой наглядности перенос и спотыкается. Сквозная перспектива оставляет пройденное в поле зрения, но то, что ещё видно сквозь анфиладу, остаётся в актуальном восприятии. Гуссерлево «только что прошедшее» начинается там, где зал ушёл из вида, за поворот или за спину обернувшегося. Идущий оборачивается, теряет портал из поля зрения, и покинутый зал переходит из видимого в одно лишь удержанное. Ретенцию приходится отличать от воспоминания, и у Гуссерля это различение строгое. Ретенция ещё показывает само прошедшее, тогда как «вторичную память, воспоминание» от неё «строго нужно отделять» [4, с. 38, 43]. К модусу воспоминания принадлежит и память тела о пройденных зданиях, которую разбирает Кейси [16, с. 182]. Целое образа имеет здесь форму исполненной во времени мелодии, что переворачивает старую формулу «архитектура есть застывшая музыка», восходящую к Шеллингу [13, с. 85].

Память привычки в повторном восприятии

От раза к разу в восприятие входит осадок, накопленный за прежние проходы. Эту память следует отличить и от ретенции, и от припоминания отдельного визита. Оседает она в самом теле, в готовности руки и шага, и встречает новый проход уже настроенной, так что место узнаётся прежде, чем опознаны детали. Кейси числит её среди телесных воспоминаний и описывает как разыгрываемое припоминание навыков, осевших в привычных действиях. Вспоминая, как плавать брассом, человек обходится одним проделыванием движений [16, с. 168]. Знание о местах оседает там же, и эти воспоминания «несут на себе бремя места», касаясь типичностей более, нежели деталей [16, с. 182].

Чище всего этот слой работает в одной осечке. Человек, сотни раз проходивший один маршрут, при усталости сворачивает в свой переход и оказывается у нужной двери, минуя надпись. Ведут его знакомый рисунок торможения перед поворотом и уклон привычной лестницы под ногой.

Сохраняется ли в таком проходе что-либо от образа места, показывает случай, который должен бы опровергнуть предложенный ход. Человек годами входит знакомым ходом, а привычный ориентир у входа тем временем перенесён на новое место. Тело идёт к старому и спотыкается о его отсутствие прежде, чем замечает наличие в стороне. Этот пример опровергает мысль, будто от образа остаётся одна моторика. Промах мимо перенесённой вещи возможен лишь при удержании места, где вещь должна была находиться. Образ, который здесь сохраняется, есть встроенное в самый ход ожидание того, как устроено здание. Пока среда стоит на месте, оно скрыто и проступает лишь при сбое.

Воображаемое достраивание невидимого

С борта катера, идущего Угличским водохранилищем, над водой встаёт пятиярусный столп колокольни Никольского собора (1796–1800, высотой около 74 метров), причём прямо из воды, поверх скрытого основания [7]. В 1940 году при затоплении старого Калязина под воду ушёл нижний ярус с порталом и цоколем, а четыре верхних остались над зеркалом воды. Фон, за которым обычно прячется невидимое, здесь исчез, и скрытое вносит в образ уже воображение. Отсутствие видимой опоры противоречит телесному опыту зданий и тянет продолжить линию столпа вниз. Входит ли это восполнение в само восприятие или образует отдельную фантазию, заметнее там, где невидимое лежит в стороне от обхода, как в этом случае.

Случай, однако, сопротивляется гладкому прочтению сразу с трёх сторон. Невидимого здесь мало. Скрыт один ярус из пяти, а основной объём дан восприятию прямо. Само основание давно перестало быть исходным, поскольку во второй половине XX века вокруг столпа насыпали искусственный островок с причалом ради защиты кладки от волн [7], и причаливший встретил бы внизу позднюю досыпку вместо затопленного портала. Наконец, силуэт колокольни над водой растиражирован открыткой и снимком и опознаётся приезжим ещё до поездки, так что воображаемая достройка низа идёт поверх уже готового образа целого. Чистого достраивания невидимого здесь нет, и восполнение работает на узкой полосе у воды, вплетаясь в известный по репродукции силуэт.

Выход за данное обычно приписывают воображению, однако и обычное восприятие числит отвёрнутую сторону тела частью целого, тоже выходя за данное. По разбору Слинина, в образ стоящего дома репродуктивное воображение вносит вид со двора, если наблюдатель там бывал, а продуктивное домысливает тыловую сторону [12, с. 15–16]. На колокольне два рода восполнения разведены наглядно. Отвёрнутый фасад столпа есть привычный невидимый бок, и обход по воде вернул бы его взгляду, а подводный ярус сохраняет за собой одна вода. Старый Калязин разобран и затоплен в 1939–1940 годах [7], так что обход оставляет восприятию лишь надводную часть. К скрытому низу ведёт одно воображение.

Достройка идёт по уровням и слабеет с удалением от видимого. Ближе всего нижний ярус, чья ось продолжается под воду, а дальше воображается уже целый затопленный город. Достроенный низ кажется надёжным, поскольку почти перцептивен, и именно он расходится с тем, что под водой на деле. Воображение ведёт столп ровной осью к симметричному порталу. Под водой же, после сноса собора и поздних укреплений основания, лежит иной порядок. Проверить эту достройку нечем, поскольку обход возвращает лишь позднюю насыпь, а раскопа под водой нет.

Кейси даёт этому различию точную меру. Достроенное в восприятии «может быть опровергнуто последующим опытом», тогда как чистое воображение остаётся вне опровержения [17, с. 10]. Отвёрнутый фасад можно обойти и тем поправить догадку. Подводный низ поправить нечем. Кейси отделяет неисправимость от непогрешимости, ведь неисправимо то, что остаётся вне истинного и ложного, поскольку отсутствует мерка [17, с. 16]. Восприятие работает в обратную сторону, его свидетельства накапливаются, как при раскопках, и каждое следующее уточняет картину [17, с. 17]. Отсюда и проходит различие. Достроенное по отвёрнутой стороне поправимо обходом и потому перцептивно, а достройка недостижимой части неисправима и составляет воображаемое в строгом смысле. На колокольне видно, как воспринятое и воображаемое уживаются в одном образе, поскольку недостижимую часть здесь удерживает за собой вода.

Воспринятое и воображаемое: где проходит граница

Уживаются ли в одном образе воспринятое и воображаемое или исключают друг друга, на этот счёт феноменология расходится. Гуссерль вплетал воображаемое восполнение в самое восприятие. У Сартра между двумя модусами пролегала резкая граница. Слинин сводит общую почву обоих к положению, что предмет «может быть дан двумя способами: 1) при помощи чувственного восприятия, 2) при помощи воображения» [12, с. 17]. Различие проводится по устройству акта, поверх предмета и степени ясности, так что простая шкала от ясного восприятия к смутной картинке проходит мимо сути.

В Кносском дворце под Ираклионом оба модуса сходятся в одном месте. Образ дворца Миноса с красными колоннами складывается у приезжего задолго до поездки, по репродукции, путеводителю и мифу о лабиринте. На холме же открывается поле фрагментов, среди которых островами стоят бетонные сооружения того самого красного тона. Воспринятые руины и заранее сложенный образ предъявлены одному человеку как один дворец.

Сторона восприятия держится одной чертой. Пространственная вещь, по Гуссерлю, дана всегда односторонне, а за видимой стороной лежит горизонт ещё скрытого [5, с. 88]. Состав видимого прирастает с каждым шагом по раскопу. У воображаемой стороны всё наоборот. Объект образа, по Сартру, «никогда не оказывается чем-либо бóльшим, нежели имеющееся сознание о нём», и «из образа невозможно узнать ничего нового» [11, с. 82]. Видно это на колоннах. По образу Пантеона число колонн фасада остаётся неисчислимым, и при любом всматривании образ держит ту же горстку [11, с. 80, 82], тогда как воспринятый портик пересчёт даёт.

В самой феноменологии резкость, с какой разведены модусы, встретила возражение. Сартр проводит границу без зазора. Слинин принимает её с оговоркой и зовёт «весьма искусственной и эфемерной» [12, с. 36]. Пьер, тихо сидящий в соседней комнате, ирреален, но стоит послышаться шагам, как он становится присутствующим [12, с. 36–37]. Это задевает прямо здание. Невидимая сторона стоящего перед глазами дома лежит за пределами сартровского воображения, ибо тоже присутствует здесь и теперь [12, с. 32], а между тем образ дома складывается лишь вместе с отвёрнутой стороной, и до целого его доводит воображение.

Кносский материал поддерживает Слинина. Руины и готовый образ сплавлены в восприятии так тесно, что разделяет их одно знание. Различение модусов по устройству акта остаётся рабочим, а сартровская граница ослабляется на наличном предмете. Здесь важна особенность Кносса. С 1900 года раскопки Артура Эванса сопровождались масштабными достройками, которые он сам называл реконституциями и вёл вместе с архитектором П. де Йонгом в новом тогда материале, железобетоне [18]. Реставратор Э. Жильерон с сыном воссоздали на бетонных конструкциях минойскую живопись по уцелевшим фрагментам. У север-

ного входа полуразрушенный бастион несёт рельефную фреску с несущимся быком, восстановленную по фрагменту, найденному в первый же год раскопок, а в так называемом тронном зале при гипсовом седалище и очистительном бассейне написаны грифоны. Посетитель идёт мимо подлинной гипсовой кладки и тут же мимо бетона с росписью Жильерона, и по способу данности догадка предъявлена под видом находки. Где кончается археологический остаток и начинается реставрационная гипотеза, без пояснения на месте различить трудно. Музейная подача, разводящая кладку и реконструкцию, как раз и размечает здесь модусы. Д. Лоуэнталь описал прошлое как доступное лишь в присвоенных и переработанных формах [8], и бетон Эванса ложится сюда предельным примером.

Проектное предвосхищение ещё лишь задуманного здания

У проектного замысла предмет ещё впереди, и образ идёт раньше сооружения как его предвосхищение. Слинин делит воображение на два рода. Репродуктивное возвращает бывшее в сознании прежде, а продуктивное производит предмет, возникающий впервые, и распадается на предвидение грядущего и чистую фантазию [12, с. 29]. На первую ветвь он кладёт замысел проекта. А. Эйфель, прежде чем построить башню, создал её в воображении [12, с. 29]. Но башню достроили, и предвидение подтвердилось. Следующий случай противоположен.

Дворец Советов остался предвосхищением без предмета. Образ предсказал здание, а оно так и не возникло. По конкурсам 1931–1933 годов проект Бориса Иофана вырос в здание свыше четырёхсот метров со стометровой статуей Ленина наверху. Ради него снесли храм Христа Спасителя, вынули котлован, залили фундаментное кольцо и начали монтаж каркаса [14]. Стройку остановила война. М. Я. Гинзбург в «Жилище» (1934) разворачивал само проектирование как метод, которым новый быт продумывался наперёд [2]. На таком фоне Дворец стоит крайним случаем: проект опередил вещь, которая так и не была построена.

Готовое изображение возвращает ровно то, что в него вложили. У задуманного здания логика иная, поскольку продуктивное воображение порождает всё новые черты, «причём такие, которые до момента их возникновения иной раз не были известны даже тому, кто изобретает» [12, с. 38–39]. Носитель замысла, чертёж и макет, хранит задуманное и участвует в порождении формы. На этом настаивает Р. Эванс в эссе «Translations from Drawing to Building» (1986). В проекции зодчий приходит к формам, до которых воображение дотягивается лишь с этим подспорьем [15, с. 3–18]. У Иофана дворец рос от конкурсного силуэта к ярусной башне через серию листов и моделей.

Проектное предвосхищение легко спутать с протенцией, но их следует развести строго, и Сартр сам проводит черту. Предвидение теннисистом траектории мяча он оставляет за пределами воображаемого, как и удержанные ретенцией звуки [12, с. 30]. Будущее здесь есть реальное развитие намеченной формы. Иное дело, когда воображаемый предмет «дан именно как находящийся вне пределов моей досягаемости», полагается ничто (Сартр, цит. по [12, с. 37]). По этой черте проектное предвосхищение и расходится с протенцией. На анфиладе предвосхищение следующего зала исполняется ближайшим шагом. Тело идёт, и зал приходит. Дворец же остаётся вне досягаемости шага, и ожидание длится без исполнения. Протенция вправлена в движущееся тело. Проектное предвосхищение обходится без него вовсе.

Эта нехватка видна и со стороны города. Здание не поднялось выше фундаментного кольца, и всё же силуэт с ярусами стал узнаваем для тех, кто ни разу не видел его в камне. Образ расходился помимо постройки, через кино, обложки журналов, почтовые марки, открытки и графические эскизы, а также через панорамы будущей Москвы и школьные материалы [6]. В. З. Паперный описал, как в культуре тридцатых дворец служил осью, к которой выстраивалась иерархия города [6]. Здесь аппарат одного тела упирается в свой предел, поскольку образ Дворца собрала и держала культура, разослав проектные изображения целому поколению. Временна́я жизнь такого образа ставит вопрос о его разделяемости между людьми.

Узнавание при повторном проходе

Память выносит образ за встречу и возвращает его узнаваемым, а узнавание у Рикёра и есть тот шов, на котором память смыкается с повторным восприятием. Это момент, в котором «происходит отождествление актуального воспоминания и первичного впечатления, имеемого в виду как иное», и именно «в качестве иной, приходящей из иного прошлого, она узнаётся как та же самая» [10, с. 65]. Способность эту Рикёр связывает с мерло-понтиевским «я могу» и отмечает ощущением лёгкости [10, с. 87, 89].

Это ощущение Рикёр сразу объявляет ловушкой. По его слову, «узнанное прошлое стремится выдать себя за воспринятое прошлое» [10, с. 65–66], отчего узнавание допускает истолкование и в феноменологии памяти, и в феноменологии восприятия разом [10, с. 66]. Для архитектурного образа это опасно. Лёгкость, с которой узнаёшь свод или поворот лестницы, удостоверяет одну знакомость, а тождество самого свода оставляет под вопросом. Уточнение приносит проход. Узнанный свод открывает прежде утаённое ребро, и образ принимает его, оставаясь образом того же свода. Здесь работает рикёровское «то же самое как иное».

Между людьми узнавание работает частично. Двое возвращаются к зданию порознь и узнают каждый свой образ, общими же оказываются публичные опоры, на которых память его удержала, например поворот лестницы или ребро свода. Дом Пашкова в Москве с конца XVIII века узнаётся по силуэту с тремя ризалитами и бельведером поколениями. Они входили в него как в дом, музей и библиотеку [1], хотя образ у каждого собирается свой. Там, где образ одного уточнился гранью, доставшейся лишь ему, узнавание расходится.

Апелляция к оппонентам

Главное возражение приходит со стороны памяти места в версии Г. Башляра, который делает дом великой силой интеграции для мыслей и воспоминаний [19, с. 30] и держит память места прочно. Воспоминания тем надёжнее, чем плотнее закреплены в пространстве. Если так, образ удерживает одно укоренение, и ретенция, привычка и воображение сливаются в единую опору. Но топоанализ Башляра спускается к пространствам интимности, а чтобы достичь грёзы, предлагает «де-социализировать наши большие воспоминания». Память места уводит у него вглубь одного человека. Для приватного образа это описание сильно, однако разделяемую сторону образа оно упускает, а на ней и держится узнавание между людьми. Башляр отвечает на другой вопрос, и его сила в приватном пласте как раз очерчивает границу настоящей темы.

Второе возражение опаснее. Производит ли само описание ту слоистость образа, которой в опыте нет? Граница проведена по исправимости, но открыт вопрос, различает ли её сам идущий или вносит аналитик задним числом. На колокольне ответ виден из самого материала. Промах достроенного низа человек обнаруживает при столкновении с фактами, узнав о затоплении или сверившись с планом, помимо всякого анализа. Слоистость, стало быть, изобретена лишь по видимости и проступает в самом опыте, но лишь там, где образ сталкивается с поправкой или с её невозможностью. Честнее оставить зазор. На здании, которое стоит целым и достроено гладко, слоистость может пролежать скрытой всю жизнь образа, и есть ли в нём граница воспринятого и воображаемого до всякой поправки, остаётся за пределами одного описания.

Третье возражение остаётся без полного ответа. Опыт здания телесно и социально расслоён, и говорить об одном образе здания можно лишь с оговоркой. Смотритель, паломник, турист и исследователь удерживают Кносс или Дворец Советов по-разному, а публичные опоры узнавания, поворот лестницы или ярусный силуэт, задают лишь общий каркас, поверх которого частные образы расходятся тем сильнее, чем ближе к личной памяти. Верен ли критерий исправимости для рядового здания, если наблюдатель никогда не проверяет своих достроек, тоже нельзя утверждать наверное. Эти вопросы требуют выхода за аппарат одного обхода к параметрам, общим многим наблюдателям, и настоящей работой не закрываются.

Выводы

Проделанный разбор уточняет теорию архитектурного образа в одном пункте. Временна́я устойчивость образа складывается из работы нескольких разнородных механизмов, каждый со своим сроком и своим пределом, тогда как общее имя памяти места оставляло этот пласт слитным. Ретенция держит временно́е единство одного обхода. От неё отделяется память привычки, которая настраивает тело к повторному приходу и обнаруживает себя лишь в осечке. Воображаемое достраивание полагает невидимую часть. Проектное предвосхищение выносит образ вперёд ещё не построенной вещи. Замыкает ряд узнавание, на котором память смыкается с новым восприятием.

Предложен критерий, разводящий воспринятое и воображаемое в составе одного образа. Граница проходит по исправимости. Достройку, поправимую обходом, следует числить перцептивной, а достройку, которую поправить нечем, воображаемой в строгом смысле. Критерий опирается на различие Кейси между исправимым и неисправимым и проверен на затопленной колокольне, где одна часть образа потенциально проверяема обходом, а другая остаётся недоступной за водой.

Метод обнаружил и собственные пределы. На анфиладе Зимнего дворца порог ретенции отделил ещё видимое от уже удержанного. В Кноссе восприятие и воображаемое различны по устройству акта, однако на наличном здании сливаются, и резкая сартровская граница ослабляется. На Дворце Советов аппарат одного тела упёрся в образ, собранный и разосланный культурой поверх всякого единичного обхода.

Открытыми остаются два вопроса. Первый есть мера совпадения образов разных людей, которая держится на публичных опорах места и за их пределом теряет общую мерку. Второй касается образа рядового здания, стоящего целым, где слоистость воспринятого и воображаемого может пролежать скрытой всю жизнь образа, ни разу не встретив поправки. Оба упираются в разделяемость образа между телами и требуют параметров, общих многим наблюдателям, поверх аппарата одного обхода.

Литература

1. Дом Пашкова (Москва), Ваганьковский холм : построен в 1784–1786 годах для П. Е. Пашкова, предположительно по проекту В. И. Баженова; ныне Российская государственная библиотека : [Культура.РФ]. — URL: https://www.culture.ru (дата обращения: 15.06.2026).
2. Гинзбург М. Я. Жилище : опыт пятилетней работы над проблемой жилища. — М. : Госстройиздат, 1934. — 200 с.
3. Государственный Эрмитаж : парадные залы Зимнего дворца : [официальный сайт]. — URL: https://www.hermitagemuseum.org (дата обращения: 12.06.2026).
4. Гуссерль Э. Феноменология внутреннего сознания времени / пер. с нем. В. И. Молчанова. — М. : Гнозис, 1994. — 162 с.
5. Гуссерль Э. Идеи к чистой феноменологии и феноменологической философии. Книга первая / пер. с нем. А. В. Михайлова. — М. : Академический Проект, 2009. — 489 с.
6. Паперный В. З. Культура Два. — М. : Новое литературное обозрение, 2006. — 408 с.
7. Калязинская колокольня : [страница «Культура.РФ»]. — URL: https://www.culture.ru (дата обращения: 12.06.2026).
8. Лоуэнталь Д. Прошлое — чужая страна / пер. с англ. — СПб. : Владимир Даль, 2004. — 622 с.
9. Невлютов М. Р. Феноменологические концепции в теории архитектуры : дис. ... канд. архитектуры : 05.23.20. — М., 2021. — 171 с.
10. Рикёр П. Память, история, забвение / пер. с фр. — М. : Издательство гуманитарной литературы, 2004. — 728 с.
11. Сартр Ж.-П. Воображаемое. Феноменологическая психология воображения / пер. с фр. М. Бекетовой. — СПб. : Наука, 2001. — 319 с.
12. Слинин Я. А. На подступах к экзистенциализму: размышления Ж.-П. Сартра о воображении и воображаемом // Сартр Ж.-П. Воображаемое. Феноменологическая психология воображения. — СПб. : Наука, 2001. — С. 5–48.
13. Шеллинг Ф. В. Й. Философия искусства / пер. с нем. — М. : Мысль, 1966. — 496 с.
14. Эйгель И. Ю. Борис Иофан. — М. : Стройиздат, 1978. — 159 с.
15. Evans R. Translations from Drawing to Building // AA Files. — 1986. — № 12. — P. 3–18.
16. Casey E. S. On the Phenomenology of Remembering: The Neglected Case of Place Memory // Natural and Artificial Minds / ed. R. G. Burton. — Albany : SUNY Press, 1993. — P. 164–185.
17. Casey E. S. Toward a Phenomenology of Imagination // Journal of the British Society for Phenomenology. — 1974. — Vol. 5, № 1. — P. 3–19.
18. Papadopoulos J. K. Inventing the Minoans: Archaeology, Modernity and the Quest for European Identity // Journal of Mediterranean Archaeology. — 2005. — Vol. 18, № 1. — P. 87–149.
19. Башляр Г. Поэтика пространства / пер. с фр. — М. : Ad Marginem Пресс, 2014. — 352 с.

The memory of place and the recognition of the architectural image: retention, imaginative completion, and projective anticipation

Tretiakov E.A.

Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts named after A. D. Kryachkov

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the temporal life of the architectural image, that is, the way an image of a building once formed is retained and refined by memory, imagination, and repeated perception. The reception of the phenomenology of architecture usually takes this retention as a single whole, under the common name of the memory of place. The study separates it into several heterogeneous mechanisms and tests them through phenomenological description on four structures that resist smooth description: the enfilade of the Winter Palace, the flooded Kalyazin bell tower, the reconstruction of the Palace of Knossos by A. Evans, and the Palace of the Soviets that remained a project. Each case refines or limits the concept applied to it. The main result is a criterion by which the boundary between the perceived and the imagined within a single image is drawn through corrigibility, that is, through the difference between a completion correctable by walking around and a completion that nothing can correct. The conclusions matter for the theory of architectural perception, for the museum presentation of ruins and reconstructions, and for the analysis of the design image.

Keywords: architectural image, perception, memory of place, retention, imaginative completion, projective anticipation, recognition, phenomenology, E. Husserl, J.-P. Sartre.

References

1. Dom Pashkova (Moscow), Vagan'kovsky Hill: built 1784–1786 for P. E. Pashkov, presumably to a design by V. I. Bazhenov; now the Russian State Library. Kultura.RF. Available at: https://www.culture.ru (accessed 15 June 2026). (In Russ.)
2. Ginzburg M. Ya. Zhilishche: opyt pyatiletney raboty nad problemoy zhilishcha [Dwelling: Five Years of Work on the Problem of Housing]. Moscow, Gosstroyizdat, 1934. 200 p. (In Russ.)
3. The State Hermitage: State Rooms of the Winter Palace. Official website. Available at: https://www.hermitagemuseum.org (accessed 12 June 2026).
4. Husserl E. Fenomenologiya vnutrennego soznaniya vremeni [The Phenomenology of Internal Time-Consciousness]. Transl. by V. I. Molchanov. Moscow, Gnozis, 1994. 162 p. (In Russ.)
5. Husserl E. Idei k chistoy fenomenologii i fenomenologicheskoy filosofii. Kniga pervaya [Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology. Book One]. Transl. by A. V. Mikhailov. Moscow, Akademicheskiy Proekt, 2009. 489 p. (In Russ.)
6. Papernyi V. Z. Kul'tura Dva [Culture Two]. Moscow, Novoe Literaturnoe Obozrenie, 2006. 408 p. (In Russ.)
7. The Kalyazin Bell Tower. Kultura.RF. Available at: https://www.culture.ru (accessed 12 June 2026). (In Russ.)
8. Lowenthal D. Proshloe — chuzhaya strana [The Past Is a Foreign Country]. St. Petersburg, Vladimir Dal', 2004. 622 p. (In Russ.)
9. Nevlyutov M. R. Fenomenologicheskie kontseptsii v teorii arkhitektury. Dis. kand. arkhitektury [Phenomenological Concepts in Architectural Theory. Cand. Arch. Diss.]. Moscow, 2021. 171 p. (In Russ.)
10. Ricœur P. Pamyat', istoriya, zabvenie [Memory, History, Forgetting]. Moscow, Izdatel'stvo gumanitarnoy literatury, 2004. 728 p. (In Russ.)
11. Sartre J.-P. Voobrazhaemoe. Fenomenologicheskaya psikhologiya voobrazheniya [The Imaginary: A Phenomenological Psychology of the Imagination]. Transl. by M. Beketova. St. Petersburg, Nauka, 2001. 319 p. (In Russ.)
12. Slinin Ya. A. Na podstupakh k ekzistentsializmu: razmyshleniya Zh.-P. Sartra o voobrazhenii i voobrazhaemom [Approaching Existentialism: J.-P. Sartre's Reflections on Imagination and the Imaginary]. In: Sartre J.-P. Voobrazhaemoe. St. Petersburg, Nauka, 2001, pp. 5–48. (In Russ.)
13. Schelling F. W. J. Filosofiya iskusstva [The Philosophy of Art]. Moscow, Mysl', 1966. 496 p. (In Russ.)
14. Eigel I. Yu. Boris Iofan. Moscow, Stroyizdat, 1978. 159 p. (In Russ.)
15. Evans R. Translations from Drawing to Building. AA Files, 1986, no. 12, pp. 3–18.
16. Casey E. S. On the Phenomenology of Remembering: The Neglected Case of Place Memory. In: Natural and Artificial Minds. Ed. R. G. Burton. Albany, SUNY Press, 1993, pp. 164–185.
17. Casey E. S. Toward a Phenomenology of Imagination. Journal of the British Society for Phenomenology, 1974, vol. 5, no. 1, pp. 3–19.
18. Papadopoulos J. K. Inventing the Minoans: Archaeology, Modernity and the Quest for European Identity. Journal of Mediterranean Archaeology, 2005, vol. 18, no. 1, pp. 87–149.
19. Bachelard G. Poetika prostranstva [The Poetics of Space]. Moscow, Ad Marginem Press, 2014. 352 p. (In Russ.)

Параметрическое формообразование как метод проектирования криволинейных оболочек в современных театральных комплексах на примере оперного театра в Гуанчжоу

Швачкина Анна-Мария Анатольевна
архитектор, выпускница Московского Архитектурного института (Государственной Академии), a_m_shvachkina@mail.ru

В статье исследуется применение параметрического формообразования при проектировании сложных криволинейных оболочек. В качестве примера рассматривается Оперный театр в Гуанчжоу, современный театральный комплекс. Анализируется процесс перехода от простой геометрии к нелинейным формам, создаваемым с помощью передовых программ проектирования. Этот подход позволяет разрабатывать уникальные архитектурные объекты, интегрируя конструктивные, функциональные и эстетические требования в единую модель. На основе анализа проекта выделяются ключевые этапы работы с параметрической моделью: от первоначальной концепции до получения рабочих чертежей для сложного фасадного ограждения. В заключение подчеркивается, что параметрический подход - это не просто инструмент, а новая методология для решения комплексных задач при создании сложных общественных зданий.
Ключевые слова: параметрическое формообразование, нелинейная архитектура, криволинейные оболочки, театр, проектирование, большепролетные конструкции.

Введение

Современные театральные комплексы, такие как Оперный театр в Гуанчжоу, требуют уникальных архитектурных решений, где форма здания напрямую влияет на образ и доминантность в городской среде. Параметрическое формообразование, основанное на математических алгоритмах, позволяет архитекторам эффективно работать с нестандартной криволинейной геометрией. На примере этого объекта демонстрируется, как нелинейное проектирование здания обеспечивает создание выразительной и функциональной пространственной структуры.

Традиционные методы архитектурного проектирования, опирающиеся на классические геометрические построения и ручную корректировку, не позволяют в полной мере реализовать сложные оболочки современных зданий.

Целью данной работы является выявление и обоснование преимуществ параметрического моделирования как метода проектирования криволинейных оболочек в театральных комплексах на основе анализа проектных решений Оперного театра в Гуанчжоу, а также определение границ его применимости.

Поставленные задачи включают изучение теоретических основ параметрического формообразования криволинейных оболочек, и анализ архитектурно-конструктивных решений Оперного театра в Гуанчжоу.

Параметрические методы проектирования

Параметрическое проектирование – это процесс моделирования архитектурного объекта посредством построения алгоритма, в котором формообразование основано на управлении переменными параметрами.

Ключевыми в понимании «параметрического проектирования» являются алгоритмы и параметры модели. По сути, алгоритм – это и есть архитектурный объект, только математически закодированный. Параметрами же в этой системе выступают не только привычные для архитектора характеристики стен, перекрытий, проемов и прочих архитектурных элементов, их размеры и положение в пространстве, но еще и рельеф местности, климатические данные, освещенность, ветер, окружающая застройка, высотность, транспортная инфраструктура и т.д. Эти параметры непосредственно интегрированы в алгоритм, влияют на формообразование [1, с.376].

Основу алгоритмического формообразования составляют математические модели, такие как NURBS-кривые (неоднородные рациональные B-сплайны), сплайны и методы подразделения поверхностей. Эти модели обеспечивают непрерывное и точное описание криволинейной формы.

В параметрической модели геометрические параметры оболочки — радиусы кривизны, углы наклона панелей, толщина — объединяются алгебраическими и логическими зависимостями. Такая структура позволяет автоматически перестраивать всю конструкцию при изменении любого из исходных параметров. Это свойство особенно ценно при поиске компромиссных решений между архитектурной выразительностью и конструктивной эффективностью.

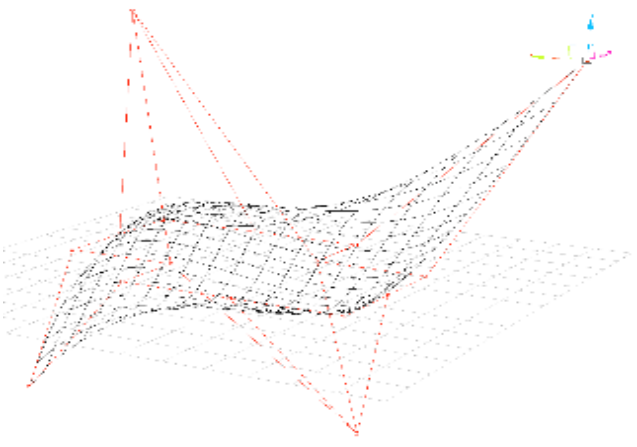


Рис.1 NURBS-кривые (неоднородные рациональные B-сплайны).

Использование параметрических моделей на ранних стадиях проектирования даёт возможность быстро перебирать множество вариантов формы оболочки.

На данный момент параметрическое проектирование реализуется в следующем программном обеспечении: моделирование – Maya, Rhinoceros 3D; нодовое программирование: Grasshopper (в Rhinoceros 3D), Dynamo (в Revit), Geometry Nodes (в Blender) [2, с.150]. Такие программы открывают доступ к творческому подходу в моделировании и алгоритмическому проектированию.

Концептуальное решение и морфология оболочки Оперного театра в Гуанчжоу

Архитектурная концепция Оперного театра в Гуанчжоу основана на метафорическом сравнении его объёмов с двумя обточенными водой камнями. Эта аналогия определила биоморфную форму внешней оболочки здания. Образ, основанный на природных процессах, нашел прямое отражение в проекте Захи Хадид, где «стремление соединить воедино архитектуру и принцип наложения друг на друга литосферных пластов как результат воздействия на материю мощнейших сил природы» стало основой формообразования [3, с.72]. В результате здание воспринимается не как статичный объект, а как динамичная, текучая форма, созданная под влиянием геологических сил. Исходная метафора двух камней потребовала отказа от привычной ортогональной структуры в пользу сложно изогнутых поверхностей, имитирующих наслоение пород. Такая биоморфная морфология стала отправной точкой для поиска алгоритмических методов, способных точно описать и воспроизвести столь нелинейную архитектуру. Именно параметрическое моделирование позволило перевести абстрактный художественный замысел в конкретные, математически выверенные координаты, что и обеспечило воплощение уникальной архитектурной идеи.

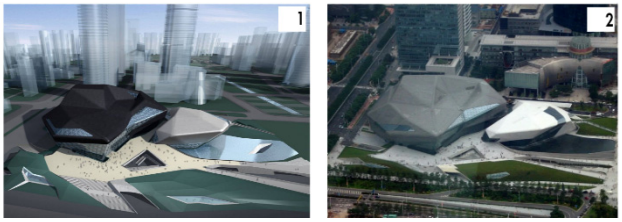


Рис.2 Оперный театр в Гуанчжоу, вид сверху. 2011г.
Стадия: 1) Проект 2002 г., 2) Реализация 2005-2011г.

Параметрическое моделирование стало ключевым инструментом, обеспечившим реализацию плавных, бесшовных переходов между различными кривизнами поверхности оболочки, что позволило создать единый скульптурный объем театра. Алгоритмы, заложенные в цифровую модель, позволили, контролировать каждый участок криволинейной поверхности, обеспечивая ее непрерывность и визуальную целостность. Подобная технология дала возможность избежать зрительных стыков и швов, что принципиально важно для восприятия монолитной «каменной» формы. Как отмечается в исследованиях, «перекрытие большого пролета подобными конструкциями оказывает сильный визуальный эффект, так как ничтожно малая толщина такого покрытия не укладывается в сложившееся веками в архитектуре классическое соотношение» [5, с.163].

Морфология оболочки театра принципиально характеризуется отсутствием прямых линий и ортогональных плоскостей, что потребовало разработки уникальных последовательностей чисел в алгоритме проектирования для контроля геометрии.

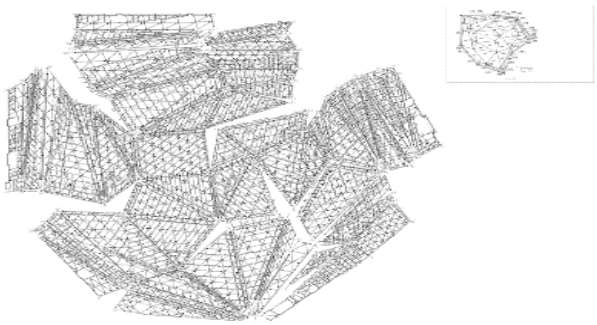


Рис.3 Оперный театр в Гуанчжоу, развернутый макет основной стальной конструкции.

Одной из ключевых задач при реализации сложной формы Оперного театра в Гуанчжоу стала минимизация количества уникальных типов панелей оболочки. Алгоритмические подходы позволили классифицировать участки поверхности по степени кривизны и сгруппировать их в ограниченное число повторяемых элементов. Это решение напрямую повлияло на экономическую эффективность строительства. Применение численных методов оптимизации обеспечило баланс между архитектурной выразительностью и технологичностью панельной разбивки. Разработанные алгоритмы кластеризации панелей основывались на анализе гауссовой кривизны поверхности в каждой точке оболочки. В результате удалось сократить исходное многообразие геометрических форм до нескольких десятков базовых типов, что значительно упростило логистику производства. Такой подход не только уменьшил совокупную стоимость строительных работ, но и сократил общие сроки возведения объекта. Кроме того, повторяемость элементов облегчила контроль качества при заводском изготовлении и ускорила процесс сборки на стройплощадке.

Рис.3 Оперный театр в Гуанчжоу, процесс строительства.

Алгоритмическое моделирование позволило провести комплексный анализ ветровых и сейсмических нагрузок на криволинейную оболочку театра в Гуанчжоу. Для оценки надежности конструкции были внедрены симуляционные методы, опирающиеся на параметрическую модель здания. Многие китайские ученые демонстрируют комплексный подход в реализации проектов по внедрению технологии HBIM в различные сферы деятельности по воссозданию древних сооружений, при этом эффективно решая, как круг практических задач (сбор данных, создание базы данных и методов работы), так и теоретических вопросов [9, с.204]. В контексте оперы Гуанчжоу аналогичный подход позволил учесть нелинейные деформации оболочки и гарантировать ее устойчивость при экстремальных климатических воздействиях.

Параметрическая модель оболочки оперы Гуанчжоу предоставила возможность автоматической генерации и корректировки каркасных элементов в соответствии с локальной кривизной поверхности. Используемые параметры позволяют обеспечить вариативность конструкций, создаваемых с помощью параметрических объектов. Алгоритмы адаптивного каркаса динамически изменяли сечение и конфигурацию несущих ребер в зависимости от перепадов кривизны, что гарантировало равномерное распределение напряжений.

В Оперном театре Гуанчжоу архитектурная форма не является произвольным художественным вымыслом, а представляет собой прямое следствие конструктивной логики, интегрирующей эстетические и несущие функции в каждом элементе оболочки. Использованные при проектировании технологии и инструменты, как отмечено в работах, посвященных моделированию стержневых и полигональных объектов, позволили реализовать сложную геометрию, где каждый фрагмент поверхности одновременно формирует визуальный образ и участвует в распределении нагрузок [10, с.265]. Это единство достигается за счет того, что параметрическая модель связывает кривизну оболочки с необходимыми прочностными характеристиками. Конструктивная логика объекта проявляется в том, что сетчатая структура оболочки не только создает узнаваемый силуэт здания, но и обеспечивает высокую несущую способность при минимальном расходе материала. Сетчатая оболочка позволила сэкономить около 40% металла по сравнению с классической стоечно-балочной системой и исключила необходимость устройства сплошных лесов [5, с.171].

Заключение

Параметрическое формообразование доказывает свою эффективность как метод проектирования криволинейных оболочек в современной архитектуре. Алгоритмическое проектирование геометрии здания позволяет объединить функциональные, конструктивные и эстетические требования на ранних стадиях работы над проектом.

В отличие от традиционных методов, основанных на классических построениях, данный подход позволяет достичь уникальной пространственной выразительности в большепролетных общественных зданиях при оптимизации несущих элементов без поиска компромиссов между функцией и формой. На примере Оперного театра в Гуанчжоу видно, что это даёт возможность создавать сложные архитектурные оболочки, соответствующие строгим стандартам для зданий культурно-зрелищного назначения. Таким образом, параметрическое моделирование становится незаменимым инструментом для создания уникальных театральных объектов, где геометрия здания напрямую влияет на пространство.

Литература

1. Бритвина К.Е., Молчанов В.М. Архитектурное формообразование с использованием средств параметрического проектирования // Architecture and Modern Information Technologies. 2025. - № 2 (71). - С. 375-386.
2. Бритвина К.Е. Параметрическое проектирование в среде GRASSHOPPER+RHINOCEROS 3D / К.Е. Бритвина, О.М. Суслина // Международныйнаучный журнал «Символ науки». Уфа: Изд-во ООО «Омега Сайнс», 2024. С. 148-154.
3. Киричков И.В. Морфология складчатой архитектуры // Современная архитектура мира. - 2021. - №16. - С. 68-80.
4. Бурлаков К.В. Параметрический подход в архитектурном 3D моделировании // Innovative project. - 2016. - №1. - С. 123-125.
5. Душкевич К.Н. Роль большепролетных оболочек в формообразовании общественных зданий // Architecture and modern information technologies. - 2017. - №4. - С. 163-178.
6. Гоголкина О.В. Особенности формирования конструкций в параметрической архитектуре // Architecture and modern information technologies. - 2018. - №1. - С. 355-363.
7. Мазур В.А. Факторы, влияющие на надежность конструктивно-технологического решения кровельных систем пространственных криволинейных покрытий // Современное промышленное и гражданское строительство. - 2019. - №4. - С. 163-170.
8. Салех М.С. Основные направления развития цифровых методов проектирования в новейшей архитектуре // Architecture and modern information technologies. - 2020. - №2. - С. 351-361.
9. .Шень Я. Китайский опыт применения цифровых технологий и параметрического проектирования в реконструкции древних памятников архитектуры // Культура и искусство. - 2026. - №4. - С. 200-205.
10. Шумилов К.А., Гурьева Ю.А. Моделирование стержневых и полигональных конструкций с использованием программы Grasshopper // Известия КГАСУ. - 2023. - №3. - С. 257-269.

Parametric shaping as a method of designing curved shells in modern theater complexes using the example of the Guangzhou opera house

Shvachkina A-M.A.
Moscow Architectural Institute (State Academy)

JEL classification: L61, L74, R53

The article explores the use of parametric shaping in the design of complex curved shells. The Guangzhou Opera House, a modern theater complex, is considered as an example. The process of transition from simple geometry to nonlinear shapes created using advanced design software is analyzed. This approach allows us to develop unique architectural objects, integrating constructive, functional and aesthetic requirements into a single model. Based on the analysis of the project, the key stages of working with the parametric model are highlighted: from the initial concept to obtaining working drawings for a complex facade fence. In conclusion, it is emphasized that the parametric approach is not just a tool, but a new methodology for solving complex problems in the creation of complex public buildings.

Keywords: parametric shaping, nonlinear architecture, curved shells, theater, design, large-span structures.

References

1. Britvina K.E., Molchanov V.M. Architectural shaping using parametric design tools // Architecture and Modern Information Technologies. 2025. - № 2 (71). - Pp. 375-386.
2. Britvina K.E. Parametric design in the GRASSHOPPER+RHINOCEROS 3D environment / K.E. Britvina, O.M. Suslina // The international scientific journal "Symbol of Science". Ufa: Publishing House of Omega Sciences LLC, 2024. pp. 148-154.
3. Kirichkov I.V. Morphology of folded architecture // Modern architecture of the world. - 2021. - No. 16. - pp. 68-80.
4. Burlakov K.V. Parametric approach in architectural 3D modeling // Innovative project, 2016, No. 1, pp. 123-125.
5. Dushkevich K.N. The role of large-span shells in shaping public buildings // Architecture and modern information technologies, 2017, No. 4, pp. 163-178.
6. Gogolkina O.V. Features of the formation of structures in parametric architecture // Architecture and modern information technologies. - 2018. - No. 1. - pp. 355-363.
7. Mazur V.A. Factors affecting the reliability of structural and technological solutions for roofing systems of spatial curved coverings // Modern industrial and civil engineering. - 2019. - No. 4. - pp. 163-170.
8. Salekh M.S. The main directions of development of digital design methods in the latest architecture // Architecture and modern information technologies. - 2020. - No. 2. - pp. 351-361.
9. Shen Ya. Chinese experience of using digital technologies and parametric design in the reconstruction of ancient architectural monuments // Culture and Art. - 2026. - No. 4. - pp. 200-205.
10. Shumilov K.A., Guryeva Yu.A. Modeling of rod and polygonal structures using the Grasshopper program // Izvestiya KGASU. - 2023. - No. 3. - pp. 257-269.

Йеменская архитектурная идентичность и ее влияние на проектирование современных театров и концертных залов

Губран Абдулмалек Али Абдо Абдуллах
аспирант, Российский университет дружбы народов,
Abdalmlkgubran150@gmail.com

Статья посвящена исследованию феномена йеменской архитектурной идентичности и выявлению потенциала её использования в проектировании современных театров и концертных залов. Несмотря на богатое культурное и градостроительное наследие Йемена, его архитектурные принципы редко рассматриваются в контексте строительства современных общественных зданий культурного назначения. В работе анализируются основные элементы традиционной йеменской архитектуры: пространственная модульность, инновационные для своего времени системы естественной вентиляции и акустики, использование локальных материалов, а также принципы интровертности и организации дворовых пространств. Интеграция этих элементов в архитектуру театров и концертных залов способна не только обеспечить уникальную идентичность этих сооружений, но и решить практические задачи — от улучшения акустических характеристик до повышения энергоэффективности. На основе сравнительного анализа исторических прецедентов и современных проектов предлагаются конкретные архитектурно-планировочные решения, адаптирующие йеменский код к требованиям многофункциональных зрительских пространств.

Ключевые слова: йеменская архитектурная идентичность, традиционная архитектура, проектирование театров, концертные залы, адаптивное использование наследия, акустика, культурная преемственность.

Введение

Для Йеменской Республики свойственны самобытная архитектура и многообразие типов сооружений, при этом общественные постройки играют ключевую роль в экономическом и культурном прогрессе общества. Недавние политические потрясения и экономические сдвиги, происходящие как на всем Ближнем Востоке, так и непосредственно в Йемене, затронули социальную инфраструктуру и ее функции в обществе. Возникла необходимость восстанавливать разрушенные и возводить новые общественные здания современных типов, учитывающие местные культурные коды и традиции. Учитывая, что йеменское общество отличается богатством обычаев и традиций, складывавшихся веками, дальнейшее развитие типологии общественных зданий в стране должно опираться на научный подход. Это позволит, с одной стороны, сохранить преемственность, а с другой — соответствовать международным стандартам качества.

Йеменская Республика (далее — Йемен) находится на юго-западе Аравийского полуострова и принадлежит к числу древнейших государств с богатейшей историей. Его культурное наследие, включающее древние города, архитектурные памятники и традиции, складывалось тысячелетиями. Однако из-за политических и социальных потрясений последних лет развитие социально-культурной инфраструктуры в стране замедлилось.

Здания театров и концертных залов традиционно являются не только площадками для исполнительских искусств, но также символами культурного престижа и маркерами городской идентичности. В контексте глобализации архитектура этих учреждений часто стремится к универсальным, интернациональным формам, что приводит к утрате связи с местной культурной тканью.

Основная часть

В ходе исследования были выявлены следующие проблемы архитектуры йеменских театров и концертных залов:

1. Объемно-пространственная организация. В традиционной архитектуре открытые зеленые дворы обеспечивали освещение, вентиляцию и служили местом общения [9]. Их отсутствие в новых районах снижает физический комфорт и ослабляет социальные связи жителей.
2. Архитектура фасадов. Упрощение деталей и переход к интернациональному стилю ведут к утрате исторической идентичности. Крупные стеклянные объемы современных зданий не соответствуют историческому контексту городов Йемена по масштабу и цветовому решению.
3. Конструкции и материалы. Широкое остекление фасадов экологически несовместимо с жарким климатом Йемена, тогда как традиционное использование натуральных материалов (камень, глина) позволяло регулировать температуру [12].

Традиционные йеменские архитекторы разработали эффективные пассивные стратегии, которые могут быть применены в проектировании общественных зданий. В городе Забид, например, для борьбы с перегревом использовались высокие потолки, позволяющие горячему воздуху подниматься, а также светлые фасады (побелка) для отражения солнечного излучения. Дворы (внутренние пространства) озеленялись деревьями, создающими тень, а полы увлажнялись для естественного охлаждения.

Философской основой для проектирования театров и концертных залов в Йемене является концепция «ас-Сарха» (al-Sarha) — открытой площади в жилой застройке, служащей местом общинных собраний, свадеб, религиозных праздников и публичных выступлений. В работе над проектом «Аль-Сумайя», «ас-Сарха» представляет собой историческую реконструкцию театра под открытым небом. В этом пространстве важную роль играет не сценическая площадка, а сам процесс совместного присутствия людей [11].

Главная отличительная черта йеменского фасада — это машрабия, представляющая собой эркер, украшенный деревянной резной решеткой. Данный элемент не только обеспечивает приватность жилища, но и эффективно рассеивает прямые солнечные лучи, а также способствует естественной вентиляции воздуха. Благодаря сложной геометрии решеток и насыщенной орнаментации фасадов, где используются резьба по известняку, кирпичу и дереву с растительными и геометрическими узорами возникает неповторимая оптическая текстура зданий.

Современные концертные залы и театры должны отвечать высоким стандартам акустики, обзорности и функциональности пространства.

Для этого применяют переменные акустические системы и компьютерное моделирование звуковых волн.

Рис. 1. Зал Дху Ридан

Проект «Аль-Сумайя Фолк Арт Хаус» (2022, Йемен) сознательно отказывается от сложных «современных» форм в пользу простоты и отсылок к местной архитектуре (Дхамар). Открытый театр здесь напрямую цитирует форму «ас-Сархa», вписанную в ансамбль традиционных блоков [6].

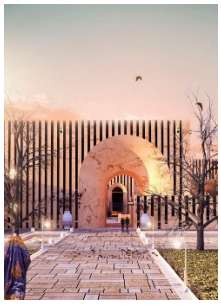


Рис. 2. Аль-Сумайя Фолк Арт Хаус

Элемент машрабии обладает акустическим потенциалом. Геометрическая периодичность деревянных решеток (аналогичная диффузорам Шредера — квадратичным диффузорам) может рассеивать звук, предотвращая эхо и флаттер-эхо. В недавно построенном Аудиториуме Yves Saint Laurent в Марракеше (Марокко), который разделяет с Йеменом общие магрибские архитектурные корни (кирпич, терракота), для достижения равномерного распределения звука использовались именно вертикальные квадратичные диффузоры на стенах. Йеменская машрабия с ее мелкой ячеистой структурой исторически выполняла ту же функцию по отношению к свету (рассеивание) и может быть адаптирована как технология акустического рассеивания в современных залах [3].

Более того, принцип двойного фасада (внешняя стена-защита и внутреннее пространство), характерный для жаркого климата, может быть использован для создания «здания в здании» — классического приема в акустике для изоляции зрительного зала от внешнего шума. Как показано на примере марокканского аудиториума, двойная оболочка обеспечивает необходимую звукоизоляцию.

Современные требования к театрам включают доступность и демократичность пространства. Концепция «ас-Сархa» идеально коррелирует с современными тенденциями проектирования неформальных фойе, открытых атриумов и общественных террас, где происходит социализация до и после представления. Театр перестает быть элитарным «храмом искусства», становясь общинным центром, как это было в традиционном йеменском квартале [14].

Основываясь на анализе, для архитекторов, работающих над театрами и концертными залами в йеменском культурном контексте (или с использованием мотивов йеменского наследия), можно сформулировать следующие принципы:

1. Приоритет циркуляции и встречи: Организация главного вестибюля как вариации «ас-Сархa» — многосветного пространства, вокруг которого группируются залы, а не просто коридора.
2. Интеграция резного экрана: Использование современной интерпретации машрабии не только на фасаде для солнцезащиты, но и внутри зала (в качестве боковых панелей или элементов ограждения балконов) для рассеивания звука и создания игры света и тени.
3. Использование естественных материалов: Применение неоштукатуренной глины, камня и дерева в отделке интерьеров залов. Как показывают мировые практики (Марракеш, Dubai Opera), натуральные материалы (кирпич, камень) способствуют формированию теплого, музыкального звука, в отличие от холодных стекла и бетона.
4. Сохранение масштаба: При большой вместимости зала членение фасада и внутренних плоскостей на мелкие элементы (орнамент, эркеры), характерное для Йемена, позволяет сохранить масштаб огромного сооружения.

Заключение

Архитектурный облик театров и концертных залов трансформируется вместе с изменением образа жизни людей. В Йемене архитектура тесно связана с историческим наследием, поэтому местные культурные традиции до сих пор очень сильны и напрямую влияют на проектирование общественных зданий. Прямое копирование зарубежных архитектурных форм без учета исторического контекста, особенностей йеменского общества и его самобытности здесь недопустимо.

Йеменская архитектурная идентичность обладает богатым потенциалом, выходящим за рамки туристической привлекательности. Принципы климатической адаптации (пассивное охлаждение), социальной организации (открытые общественные пространства) и тектонической выразительности (сложные решетчатые конструкции) могут быть успешно адаптированы к проектированию современных театров и концертных залов.

Синтез наследия и инноваций в акустике и строительных технологиях позволяет создавать не просто функциональные здания, а подлинные культурные центры, укрепляющие локальную идентичность.

Литература

1. Абдаллах М.Р., Хассан Х.А., Аббас аль-Олофи А. Традиционная йеменская архитектура и ее влияние на энергоэффективность // Международный журнал инженерных исследований и технологий. 2020. Т. 13, № 8. С. 2014-2020.
2. Алсих А.С.М., Еремеева А.Ф., Перов Ф.В., Болотин С.А. Социально культурные аспекты проектирования общественных зданий в Йеменской Республике // Жилищное строительство, 2024, №1-2. С. 26-34.
3. Алсих А.С.М. Перспективы развития общественных центров в йеменской республике // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2023, №8, Т 12. С. 54-66.
4. Алсих А.С.М. Традиции и новации в архитектуре общественных центров в Йеменской Республики // Инженерный вестник Дона. 2025. №3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9939.
5. Аль Сельви А.А. Общественные здания Старой и Новой Саны (преемственность поколений и традиций) // Вестник ИрГТУ, 2012, №9 (68). С. 82-89.
6. Аттия А.С. Уроки, извлеченные из традиционной архитектуры Йемена, - на пути к устойчивой архитектуре // Международный журнал устойчивого развития и планирования. 2022. Т. 17, № 4. С. 1197-1204.
7. Ахмед Хазаеа А.О., Дорошенко А.В., Грязнова В.В. Формирование йеменской традиционной архитектуры в зависимости от климатических регионов // Жилищное строительство. 2022. № 12. С. 39–47.
8. Гарибова О. Архитектурное проектирование общественных центров: мировой опыт и тенденции // Архитектура и дизайн. 2020. №25(3). С. 45-56.
9. Глухова А.В. Развитие архитектуры концертных залов в аспекте социальных изменений концертной деятельности // Перспективы науки. 2020. №7 (130). С. 111-116.
10. Здор Н.С. Новейшие направления формирования архитектуры общественных зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2024, №8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2024/9431.
11. Мягков М.С. Микроклимат и биоклиматическая комфортность традиционной арабской застройки // Архитектура и современные информационные технологии. 2019. № 4 (49). С. 235–261.
12. Салех Мохаммед Тарек Мохаммед. Влияние социокультурных факторов на формирование устойчивой архитектуры в городе Сана, Йемен // Инновации и инвестиции. 2024. № 10. С. 620-623.
13. Улинич Н.А. Многофункциональная архитектура в контексте сельских общественных пространств // Архитектура и современные информационные технологии. 2018. № 1(42). С. 150-162.
14. Al Dein H.A.F.E. Semiotics as an approach to the analysis of symbolism in Islamic architectural arts // Architecture and Engineering, 2022, №7 (2). pp. 3-19.
15. Hussein S.A. Community centers and peacebuilding in Yemen: experience of other countries // Development and Peace. 2021. №37(1). Pp. 78-96.

Yemeni architectural identity and its influence on the design of contemporary theaters and concert halls

Gubran Abdulmalek Ali Abdo Abdullah
Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: L61, L74, R53

This article explores the phenomenon of Yemeni architectural identity and identifies its potential for use in the design of contemporary theaters and concert halls. Despite Yemen's rich cultural and urban heritage, its architectural principles are rarely considered in the context of contemporary public cultural buildings. This paper analyzes the key elements of traditional Yemeni architecture: spatial modularity, innovative natural ventilation and acoustic systems for their time, the use of local materials, and the principles of introversion and the organization of courtyard spaces. Integrating these elements into the architecture of theaters and concert halls can not only provide a unique identity for these structures but also address practical challenges, from improving acoustic performance to increasing energy efficiency. Based on a comparative analysis of historical precedents and contemporary projects, specific architectural planning solutions are proposed that adapt Yemeni codes to the requirements of multifunctional auditorium spaces.

Keywords: Yemeni architectural identity, traditional architecture, theater design, concert halls, adaptive use of heritage, acoustics, cultural continuity.

References

1. Abdallah M.R., Hassan H.A., Abbas al-Olofi A. Traditional Yemeni Architecture and Its Impact on Energy Efficiency // International Journal of Engineering Research and Technology. 2020. Vol. 13, No. 8. pp. 2014-2020.
2. Alsih A.S.M., Eremeeva A.F., Perov F.V., Bolotin S.A. Socio-cultural Aspects of Designing Public Buildings in the Republic of Yemen // Housing Construction, 2024, No. 1-2. pp. 26-34.
3. Alsih A.S.M. Prospects for the Development of Community Centers in the Republic of Yemen // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhova, 2023, No. 8, Vol. 12, pp. 54-66.
4. Alsih A.S.M. Traditions and Innovations in the Architecture of Public Centers in the Republic of Yemen // Engineering Herald of the Don. 2025. No. 3. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9939.
5. Al Selvi A.A. Public Buildings of Old and New Sana'a (Continuity of Generations and Traditions) // Bulletin of IrSTU, 2012, No. 9 (68). pp. 82-89.
6. Attiyah A.S. Lessons Learned from Traditional Architecture of Yemen - Towards Sustainable Architecture // International Journal of Sustainable Development and Planning. 2022. Vol. 17, No. 4. Pp. 1197-1204.
7. Ahmed Khazaea A.O., Doroshenko A.V., Gryaznova V.V. Formation of Yemeni Traditional Architecture Depending on Climatic Regions // Housing Construction. 2022. No. 12. Pp. 39-47.
8. Garibova O. Architectural Design of Public Centers: World Experience and Trends // Architecture and Design. 2020. No. 25(3). Pp. 45-56.
9. Glukhova A.V. Development of Concert Hall Architecture in the Aspect of Social Changes in Concert Activity // Prospects of Science. 2020. No. 7 (130). Pp. 111-116.
10. Zdor N.S. The Latest Trends in the Formation of the Architecture of Public Buildings and Structures // Engineering Bulletin of the Don, 2024, No. 8. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n8y2024/9431.
11. Myagkov M.S. Microclimate and Bioclimatic Comfort of Traditional Arab Buildings // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 4 (49). Pp. 235–261.
12. Saleh Mohammed Tarek Mohammed. The Influence of Sociocultural Factors on the Formation of Sustainable Architecture in the City of Sana'a, Yemen // Innovations and Investments. 2024. No. 10. Pp. 620–623.
13. Ulinich N.A. Multifunctional Architecture in the Context of Rural Public Spaces // Architecture and Modern Information Technologies. 2018. No. 1 (42). P. 150-162.
14. Al Dein H.A.F.E. Semiotics as an approach to the analysis of symbolism in Islamic architectural arts // Architecture and Engineering, 2022, №7 (2). pp. 3-19.
15. Hussein S.A. Community centers and peacebuilding in Yemen: experience of other countries // Development and Peace. 2021. №37(1). Pp. 78-96.

Коэффициенты отражения и прохождения звуковой волны на границе двух сред в концепции метода «сосредоточенных параметров» и других методов расчёта звукоизоляции

Захаров Аркадий Васильевич
кандидат технических наук, профессор кафедры «Архитектура», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), zakharov.arkady@yandex.ru,

Салтыков Иван Петрович
старший преподаватель, кафедра «Архитектура», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), vincesalt@mail.ru

Задачи архитектурной акустики, изучающей распространение и изоляцию звука в зданиях, базируются на фундаментальной задаче физической акустики распространения плоских продольных волн через границы сред. В статье указывается, что эта задача, имея долгую историю решения, начиналась в первой четверти 17 века трудами В. Снелля и Р. Декарта с исследования закономерностей отражения и преломления световых волн на границе сред, и подошла к завершению в третьей четверти XX века решением задачи распространения через границу сред звуковых волн. Одно решение было дано А.М. Исаковичем, другое – Л.М. Бреховских (СССР), третье – Е. Скучиком (США), близкое к решению Бреховских Л.М. Во всех трех указанных решениях применялся математический подход с использованием символических методов. Определялись коэффициенты отражения и преломления волн по звуковому давлению. В конце первой четверти настоящего века четвертое решение было предложено авторами настоящей статьи, в котором применялся физический подход и методом сосредоточенных параметров, определялись коэффициенты отражения и преломления волн по колебательной скорости частиц. Все четыре решения нетождественны.
В статье приводится разбор расчетного эксперимента, который показал совпадение результатов расчета коэффициентов отражения и преломления звуковых волн и, тем самым – правомерность использования на практике всех четырех методов.
Ключевые слова: коэффициенты и отражения (преломления) волн в акустических средах, свойство дискретности сплошных сред при волновом движении, метод сосредоточенных параметров.

Введение. Историческая справка

Начало научного исследования волновых процессов относится к первой четверти XVII века, когда В. Снелль сформулировал законы отражения и преломления световых лучей, распространяющихся через границу воды и воздуха [1]. Завершив исследования, В. Снелль сдал свои материалы в архив университета и вскоре умер, в 1626. Приехавший из Франции в Голландский университет, Р.Декарт отредактировал рукопись и издал книгу об опытах В. Снелля [2].

Х. Гюйгенс (1629–1695) в 1678 создал волновую теорию распространения света (опубликована в 1690 г.) [3].

Л. Эйлер (1707–1783) развил теорию стоячих волн в струнах [4].

Т. Юнг (1773–1829) около 1800 г. дал первое наглядное объяснение учения о волнах, демонстрируя их на поверхности воды в прозрачной ванне в проходящем свете [5]. Это учение распространяется на все известные сплошные среды и актуально в наше время,

И. Бернулли (1667–1748) в 1725 г. в своей работе «Рассуждение о законах передачи движения» [6], в которой рассматривалось соударение твердых тел, сформулировал два фундаментальных закона механики, которые в современных терминах, представлены как «Закон сохранения кинетической энергии» и «Закон сохранения количества движения». Его сын – Д. Бернулли (1700 –1782) в 1738 г. опубликовал уравнение, связывающее давление и скорость в потоке жидкости, тем самым установив закон сохранения энергии в движущейся жидкости, т.е. в сплошной среде [7]. Таким образом, работы Х. Гюйгенса, Л. Эйлера, Т. Юнга, И. и Д. Бернулли перенесли распространение учения о волнах на все сплошные, в том числе, и на акустические среды.

О. Френель (1788–1827) в 1823 г. дал решение задачи нормального распространения *световых* волн через границу сред, получив формулы коэффициентов отражения и прохождения [8]. Его имя в названиях указанных формул сохранилось и при решении *акустических* задач. Эти формулы вошли в базу физической акустики, от которой пошло развитие разновидных её разделов: технической акустики, архитектурной, медицинской, музыкальной и т.д.

Проявление свойства дискретности сплошных сред при распространении в них *волн* [9], которое согласно Т. Юнгу можно визуально наблюдать по конечным длинам волн, позволяет передачу движения *ими* представлять моделями соударения тел классической механики. Для этого в наибольшей степени подходит метод «сосредоточенных параметров» разработанный Н.А. Кильчевским [10] в 1949–77г., где реальные тела представляются «материальными точками», или «центрами масс», как названо у великого его предшественника И. Ньютона (1643–1727) [11].

В задачах акустики длина волны, задающая размер фрагмента среды, важна при рассмотрении процессов резонанса. Поэтому термин «сосредоточенная масса» удобно заменить на термин «волновой луч», придав ему характеристики массы, скоростей распространения волн и колебания частиц и, направления.

Авторы статьи [12] предложили среду распространения волн представлять состоящей из плотно, без зазоров и наложений, прилегающих друг к другу, фрагментов (кусков), обеспечивающих её неразрывность. При этом, объем каждого фрагмента среды определяется длиной волны на текущей частоте и заданным единичным поперечным сечением. Расчетное значение сосредоточенной массы получается умножением объёма фрагмента на плотность его вещества. Передача движения в среде волной в методе сосредоточенных параметров моделируется ударом поступательно движущейся сосредоточенной массы по покоящейся сосредоточенной массе. Распространение волны через границу двух сред моделируется соударением сосредоточенных масс своих сред.

Задача о падении звуковой волны на границу двух сред в концепции метода сосредоточенных параметров

В статьях [12, 13] приводятся уравнения закона сохранения количества движения и уравнения закона сохранения кинетической энергии для падающего луча: (1) и (2). Графическая интерпретация представлена на рисунке 1. Уравнение (3) вытекает из уравнения (2) путем сокращения косинусов углов между нормалью плоскости раздела сред и направлениями распространения волн.

$$\frac{(\rho_1\lambda_1\cos\theta_1)\cdot v^2}{2}=\frac{(\rho_1\lambda_1\cos\theta_1)\cdot(v\beta)^2}{2}+\frac{(\rho_2\lambda_2\cos\theta_2)\cdot(v\alpha)^2}{2};\quad(1)$$

$$(\rho_1\lambda_1\cos\theta_1)\cdot v/\cos\theta_1=(\rho_1\lambda_1\cos\theta_1)\cdot(v\beta)/\cos\theta_1+(\rho_2\lambda_2\cos\theta_2)\cdot(v\alpha)/\cos\theta_2$$

(2)

$$(\rho_1\lambda_1)\cdot v=(\rho_1\lambda_1)\cdot(v\beta)+(\rho_2\lambda_2)\cdot(v\alpha) \quad (3)$$

где λ_1, λ_2 – длины волн для двух сред, м; ρ_1, ρ_2 – плотности для двух сред; v – колебательная единичная скорость частиц сред, м/с; β - коэффициент отражения колебательной скорости; α - коэффициент прохождения колебательной скорости, θ_1 – угол между звуковым лучом и нормалью к плоскости раздела сред.

В статье [12] показано, что ширина луча должна меняться относительно ширины луча при нормальном падении для обеспечения условия неразрывности. На рисунке 2 под литерами а) и в) показаны случаи нормального и наклонного падения при соблюдении условия неразрывности, а под буквой б) показано несоблюдение условия неразрывности без изменения ширины звукового луча.

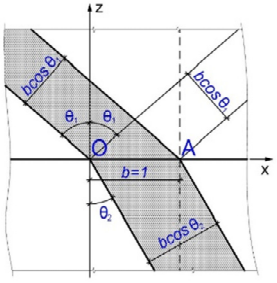


Рис. 1. Принцип прохождения звукового луча, имеющего поперечное сечение, через границу двух сред в методе сосредоточенных параметров

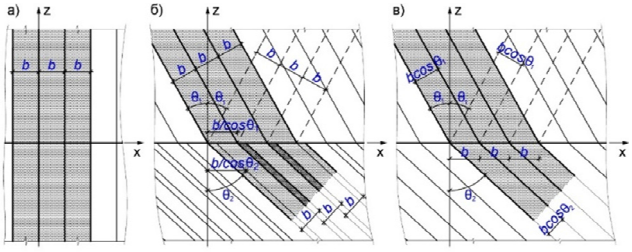


Рис. 2. Схемы падения звуковых лучей на границу двух сред: а – падение под углом в 90°; б – нарушение условия неразрывности из-за наложений звуковых лучей, сохраняющих свою ширину при изменении угла их распространения (выделено тёмно-серым цветом); в – косое падение звуковых лучей на границу сред, условие неразрывности соблюдается

Решением уравнений (1) и (2) являются коэффициенты прохождения и отражения. В данном случае, исходя из записи уравнений (1) и (2), коэффициенты определены по эффективным значениям скорости колебаний частиц сред.

$$\alpha=\frac{2\rho_1\lambda_1/\cos\theta_1}{\rho_1\lambda_1/\cos\theta_1+\rho_2\lambda_2/\cos\theta_2} \quad (4)$$

$$\beta=\frac{\rho_1\lambda_1/\cos\theta_1-\rho_2\lambda_2/\cos\theta_2}{\rho_1\lambda_1/\cos\theta_1+\rho_2\lambda_2/\cos\theta_2} \quad (5)$$

Умножив все члены уравнений (4) и (5) на частоту колебаний, получим привычную их запись через волновые сопротивления:

$$\alpha=\frac{2\rho_1c_1/\cos\theta_1}{(\rho_1c_1/\cos\theta_1)+(\rho_2c_2/\cos\theta_2)}; \quad (6)$$

$$\beta=\frac{\rho_1c_1/c\cos\theta_1-\rho_2c_2/c\cos\theta_2}{\rho_1c_1/c\cos\theta_1+\rho_2c_2/c\cos\theta_2}; \quad (7)$$

где c_1 и c_2 – значения скоростей распространения продольных волн в первой и во второй средах, м/с; θ_1 и θ_2 – углы падающей и преломлённой волны относительно оси z ординат.

Задача падения звуковой волны на границу двух сред в концепции классической акустики

Основой теории волновой акустики являются законы Снелля, обычно записываемый как формула (8), рисунок 3 [14, с. 28; 15, с. 565]:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{c_1}{c_2}; \quad (8)$$

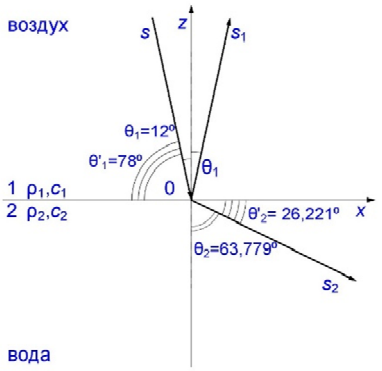


Рис. 3. Схема падения звуковой волны на границу двух сред: воздуха и воды.

Применимость этого закона ограничена существованием критических (предельных) углов $\theta_{пр.}$ [15, с. 567], когда отсутствует преломление волны во второй среде. Такое явление возникает при $c_2 > c_1$ и $\theta_1 > \theta_{пр.}$ Вычисляется предельный угол $\theta_{пр.}$ по формулам [15]:

$$\sin\theta_{пр.}=\frac{c_1}{c_2} \quad (9) \text{ и } \theta_{пр.}=\arcsin\frac{c_1}{c_2} \quad (10)$$

Такое явление называется полным внутренним отражением [15, с. 567].

В работе Исаковича А.М. [16, с. 175], исходя из равенства давлений и нормальных скоростей частиц по обе стороны границы раздела сред, записываются граничные условия для падающей, отражённой и прошедшей волн в виде

$$1+V=W,\ \frac{S\sin\theta_1'}{\rho_1'}(1-V)=\frac{S'\sin\theta_2'}{\rho_2'}W. \quad (11)$$

где S – вектор медленности, перпендикулярный к фронту волны и равный по модулю обратному значению скорости: $S=1/c$; V – коэффициент отражения; W – коэффициент прохождения; θ'_1 и θ'_2 – углы падающей и преломлённой волны относительно оси абсцисс, рисунки 3, 4.

Примечательно, что углы в [16] отчитываются от оси x, а не от оси z, что иллюстрируют схемы на рисунках 3 и 4.

Первое уравнение совпадает с соответствующим уравнением для нормального падения [16, с. 131]. Это объясняется тем, что давление – скаляр, и поэтому условие, на него налагаемое, не связано с направлением распространения волн. Во второе уравнение, в отличие от уравнения для нормального падения, входят нормальные компоненты векторов скорости частиц, которые зависят не только от величины, но и от направления этих векторов.

Решением уравнений (11) являются уравнения для нахождения коэффициентов отражения и прохождения по скорости через медленность S [16, с. 175]:

$$W=\frac{2\rho_2/S_2\sin\theta_2'}{(\rho_2/S_2\cdot\sin\theta_2')+(\rho_1/S_1\cdot\sin\theta_1')}; \quad (12)$$

$$V=\frac{(\rho_2/S_2\cdot\sin\theta_2')-(\rho_1/S_1\cdot\sin\theta_1')}{(\rho_2/S_2\cdot\sin\theta_2')+(\rho_1/S_1\cdot\sin\theta_1')}; \quad (13)$$

В привычном виде через волновые сопротивления они выглядят как уравнения (14), (15):

$$W=\frac{2\rho_2c_2/\sin\theta_2'}{(\rho_2c_2\cdot\sin\theta_2')+(\rho_1c_1\cdot\sin\theta_1')}; \quad (14)$$

$$V=\frac{(\rho_2c_2\cdot\sin\theta_2')-(\rho_1c_1\cdot\sin\theta_1')}{(\rho_2c_2\cdot\sin\theta_2')+(\rho_1c_1\cdot\sin\theta_1')}; \quad (15)$$

Расчёт по формулам Бреховских Л.М., представленный в работе «Акустика слоистых сред», [14, с. 28 – 29], начинается с задания соотношений m и n:

$$n=\frac{c_1}{c_2}=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2};\ m=\frac{\rho_2}{\rho_1}; \quad (16)$$

Коэффициент прохождения, называемый в [14, с. 29] «коэффициентом прозрачности», и коэффициент отражения находятся по формулам:

$$W=\frac{2m\cdot\cos\theta_1}{(m\cdot\cos\theta_1+n\cdot\cos\theta_2)}; \quad (17) \qquad V=\frac{(m\cdot\cos\theta_1-n\cdot\cos\theta_2)}{(m\cdot\cos\theta_1+n\cdot\cos\theta_2)}; \quad (18)$$

Углы в работе [14] отчитываются от оси z.

Расчётный эксперимент

Проведём расчётный эксперимент: рассмотрим падение звуковой волны из воздуха в воду и из воды в воздух для сравнения результатов вычислений по трём методам.

Для падения звуковой волны из воздуха в воду начальные параметры следующие: c_1=343 м/с; c_2=1480 м/с; ρ_1=1,29 кг/м^3; ρ_2=1000 кг/м^3. Предельный критический угол $\theta_{пр.}$ по формуле (10) составляет 13,4°. Значения углов падения и преломления относительно осей x и y представлены на рисунке 3.

Для падения звуковой волны из воды в воздух начальные параметры следующие: c_1=1480 м/с; c_2=343 м/с; ρ_1=1000 кг/м^3; ρ_2=1,29 кг/м^3. Значения углов падения и преломления относительно осей x и z представлены на рисунке 4.

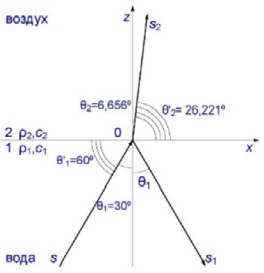


Рис. 4. Схема падения звуковой волны на границу двух сред: воды и воздуха.

Для первого случая, рисунок 3, при расчёте по уравнениям (6), (7), по методу сосредоточенных параметров, получаются значения $\alpha=2{,}7\cdot10^{-4}$; $\beta=-0{,}99973$.

По методу Исаковича А.М., формулы (14), (15), [16, с. 175] получаются значения для коэффициентов прохождения и отражения W= 1,99973 и V= 0,99973.

По методу Бреховских Л.М. формулы (17), (18), [14, с. 29] значения коэффициентов прозрачности и отражения равняются: W= 1,99973 и V= 0,99973.

Для второго случая, рисунок 4, при расчёте по уравнениям (6), (7), по методу сосредоточенных параметров, получаются значения $\alpha=1{,}99948$; $\beta=0{,}99948$.

По методу Исаковича А.М. [16, с. 175] получаются значения для коэффициентов прохождения и отражения $W=5{,}212\cdot10^{-4}$ и $V=-0{,}99948$.

По методу Бреховских Л.М. [14, с. 29] значения коэффициентов прозрачности и отражения равняются: $W=5{,}211\cdot10^{-4}$ и $V=-0{,}99949$.

Как видно из двух расчётов, результаты метода сосредоточенных параметров не совпадают с результатами методов [16, с. 175], [3]. Это объясняется тем, что в методах [14], [16] коэффициенты прохождения (прозрачности) и отражения посчитаны по давлению в падающей, прошедшей и отражённых волнах.

Вопрос определения относительно какого из параметров рассчитываются коэффициенты отражения и прохождения, колебательной скорости или давления, в некоторых случаях оказывается дискуссионным, как показано, например, в работе [17, с. 69]. В методе сосредоточенных параметров, как следует из структуры исходных формул законов сохранения (1), (2), коэффициенты отражения и прохождения для взаимодействия фрагментов сред рассчитываются по эффективной колебательной скорости частиц сред [18].

Пользуясь физической закономерностью, заключающейся в том, что значения колебательной (виброскорости) и звукового давления в измеряемой точке фрагмента среды находятся в противофазе [13], можно предположить, что если изменить числитель формулы (6) путём замены волнового сопротивления и угла падения звукового луча для первой среды на аналогичные параметры для второй среды, а числитель формулы (7) путём изменение порядка вычитания волновых сопротивлений, получится запись коэффициентов по давлению:

$$\alpha=\frac{2\rho_2c_2/\cos\theta_2}{(\rho_1c_1/\cos\theta_1)+(\rho_2c_2/\cos\theta_2)}; \quad (19)$$

$$\beta=\frac{\rho_2c_2/c\cos\theta_2-\rho_1c_1/c\cos\theta_1}{\rho_1c_1/c\cos\theta_1+\rho_2c_2/c\cos\theta_2}; \quad (20)$$

Вычисления по этим формулам дают: для первого расчёта α=1,9997 и β=0,99973; для второго расчёта $\alpha=5{,}212\cdot10^{-4}$ и $\beta=-0{,}99948$.

Теперь значения коэффициентов прохождения и отражения, посчитанные по формулам трёх методов, полностью совпадают. Таким образом, можно подтвердить правомерность использования законов сохранения количества движения и кинетической энергии из классической механики для нахождения коэффициентов отражения и прохождения на границе двух сред, а, следовательно, и подтвердить правомерность использования метода сосредоточенных параметров для решения акустических задач.

Выводы

1. Рассмотрен метод сосредоточенных параметров, позволяющий определять коэффициенты отражения и прохождения звуковых волн при падении на границу сред по скорости колебаний частиц, а также рассмотрены методы классической акустики для вычисления коэффициентов прохождения и отражения на основе исследований Исаковича А.М. и Бреховских Л.М.
2. Проведён расчётный эксперимент, позволивший сравнить результаты вычисления коэффициентов отражения и прохождения звуковых волн на границе двух сред для трёх методов вычисления: результаты вычисления коэффициентов по методу сосредоточенных параметров при записи формул коэффициентов прохождения и отражения по давлению совпадают с результатами других методов расчёта, и, следовательно, свидетельствуют о правильности основных положений метода сосредоточенных параметров.

Литература

1. Храмов Ю. А. Снеллиус Виллеброрд (Snellius, Snell van Royen Villebrord) // Физики: Биографический справочник / Под ред. А. И. Ахиезера. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Наука, 1983. 400 с.
2. Декарт Р. Рассуждение о методе. Изд. Акад. Наук СССР, 1953. Серия: Классики науки, 655 с.
3. Храмов Ю.А. Гюйгенс Христиан // Физики: Биографический справочник / Под ред. А. И. Ахиезера. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Наука, 1983. с. 95 – 400 с.
4. Развитие идей Леонарда Эйлера и современная наука: Сб. ст. / Под ред. Н. Н. Боголюбова и др. АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники. Москва: Наука, 1988. 518 с.
5. Кляус Е.М. Томас Юнг // Творцы физической оптики: Сб. ст. 1973. С. 122 -159.
6. Бернулли И. Избранные сочинения по механике: перевод с нем./ И. Бернулли. М.; Л.: Объединенное научно-техническое издательство, 1937. 297 с.
7. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Том 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. М.: Наука, 1972. 608 с.
8. Ландсберг Г.С. Огюстен Френель (Очерк жизни и деятельности) // Избранные труды по оптике / Под. ред. акад. Г. С. Ландсберга. М.: Госиздат, 1955. С. 5-70. 604 с.
9. Захаров А.В. Свойство дискретности сплошных инерционно-упругих сред. // Инновации и инвестиции. – 2021. – №4. – С. 274–277.
10. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики. Том 1. Кинематика, статика, динамика точки. М.: Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы, 1977. 480 с.
11. Ньютон И. Математические начала натуральной философии [пер. с лат.] / пер. и комм. А. Н. Крылова. М.: Наука, 1989. 688 с.
12. Захаров А.В., Салтыков И.П. Законы сохранения механики в задачах распространения волн через границы инерционно-упругих сред // Noise Theory and Practice. 2024. №3(10). С. 27-41.
13. Захаров А.В. О правильных коэффициентах отражения и преломления волн при косом распространении звука через границу сред // Инновации и инвестиции. 2021. №6. С. 103-105.
14. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. М. Издание: Наука, Москва, 1989, 416 с.
15. Яворский Б.М., Детлаф А.А., Лебедев А.К. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. Москва: Мир и Образование. 2022. 1056 с.
16. Исакович А.М. Общая акустика. Издательство: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». 1973. 496 с.
17. Клюкин И.Н. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах. Л.: Судостроение, 1971. 416 с.
18. Захаров А.В. Дискретные модели прохождения волн при расчетах звукоизоляции в зданиях. // Промышленное и гражданское строительство. 2012. № 11. С. 50-54.

Reflection and transmission coefficients of a sound wave at the boundary between two media in the concept of the "concentrated parameters" method and other methods for calculating sound insulation

Zakharov A.V., Saltykov I.P.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (NIU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

The problems of architectural acoustics, which studies the propagation and isolation of sound in buildings, are based on the fundamental problem of physical acoustics, which studies the propagation of plane longitudinal waves across media boundaries. The article states that this problem has a long history of solution, beginning in the first quarter of the 17th century with the work of W. Snell and R. Descartes on the reflection and refraction of light waves at media boundaries, and culminating in the third quarter of the 20th century with the solution of the problem of sound wave propagation across media boundaries. One solution was given by A.M. Isakovich, another by L.M. Brekhovskikh (USSR), and the third by E. Skuchik (USA), which is close to the solution of Brekhovskikh L.M. All three solutions used a mathematical approach with the use of symbolic methods. The coefficients of reflection and refraction of waves were determined by sound pressure. At the end of the first quarter of the present century, the fourth solution was proposed by the authors of this article, which used a physical approach and the method of concentrated parameters, the coefficients of reflection and refraction of waves were determined by the oscillatory velocity of particles. All four solutions are not identical.

The article provides an analysis of a computational experiment that showed that the results of calculating the reflection and refraction coefficients of sound waves were consistent, thereby validating the use of all four methods in practice.

Keywords: coefficients and reflections (refraction) of waves in acoustic media, the property of discreteness of continuous media in wave motion, and the method of concentrated parameters.

References

1. Khramov Yu. A. Snellius, Snell van Royen Villebrord // Physicists: Biographical Handbook / Ed. A. I. Akhiezer. 2nd edition, corrected and expanded. Moscow: Nauka, 1983. 400 p.
2. Descartes R. Discourse on the Method. Publ. Academy of Sciences of the USSR, 1953. Series: Classics of Science, 655 p.
3. Khramov Yu. A. Huygens Christian // Physicists: Biographical Handbook / Ed. A. I. Akhiezer. 2nd edition, corrected and expanded. Moscow: Nauka, 1983. pp. 95–400 p.
4. The Development of Leonhard Euler's Ideas and Modern Science: Collection of Articles / Ed. N. N. Bogolyubova et al. USSR Academy of Sciences, Institute of the History of Natural Science and Technology. Moscow: Nauka, 1988. 518 p.
5. Klyaus E. M. Thomas Young // Creators of Physical Optics: Collected Articles. 1973. pp. 122-159.
6. Bernoulli I. Selected Works on Mechanics: Translation from German / I. Bernoulli. Moscow; Leningrad: United Scientific and Technical Publishing House, 1937. 297 p.
7. Landsberg G. S. Elementary Textbook of Physics. Volume 1. Mechanics. Heat. Molecular Physics. Moscow: Nauka, 1972. 608 p.
8. Landsberg G. S. Augustin Fresnel (Essay on his Life and Work) // Selected Works on Optics / Ed. Ed. by Academician G. S. Landsberg. Moscow: Gosizdat, 1955. Pp. 5-70. 604 p.
9. Zakharov A. V. Discreteness Property of Continuous Inertial-Elastic Media // Innovations and Investments. - 2021. - No. 4. - Pp. 274-277.
10. Kilchevsky N. A. Course in Theoretical Mechanics. Volume 1. Kinematics, Statics, and Dynamics of a Point. Moscow: Nauka Publishing House. Main Editorial Office of Physical and Mathematical Literature, 1977. 480 p.
11. Newton I. Mathematical Principles of Natural Philosophy [translated from Latin] / translated and commented by A. N. Krylov. Moscow: Nauka, 1989. 688 p.
12. Zakharov A.V., Saltykov I.P. Conservation Laws of Mechanics in Problems of Wave Propagation through Boundaries of Inertial-Elastic Media // Noise Theory and Practice. 2024. No. 3 (10). Pp. 27-41.
13. Zakharov A.V. On the Correct Coefficients of Reflection and Refraction of Waves during Oblique Propagation of Sound through a Boundary of Media // Innovations and Investments. 2021. No. 6. Pp. 103-105.
14. Brekhovskikh L.M., Godin O.A. Acoustics of Layered Media. Moscow: Nauka, Moscow, 1989, 416 p.
15. Yavorsky B.M., Detlaf A.A., Lebedev A.K. Handbook of Physics for Engineers and University Students. Moscow: Mir i Obrazovanie. 2022. 1056 p.
16. Isakovich A.M. General Acoustics. Publisher: Main Editorial Board of Physics and Mathematics Literature, Nauka Publishing House. 1973. 496 p.
17. Klyukin I.N. Noise and Sound Vibration Control on Ships. Leningrad: Sudostroenie, 1971. 416 p.
18. Zakharov A.V. Discrete Wave Propagation Models for Soundproofing Calculations in Buildings. // Industrial and Civil Engineering. 2012. No. 11. pp. 50-54.

Зелёная кровля как инструмент ландшафтной интеграции физкультурно-досуговых центров сельских поселений и малых городов

Корси Михаил Викторович
доцент кафедры «Архитектура», Государственный университет по землеустройству, m@korsi.ru

Статья посвящена исследованию зелёной кровли как архитектурно-ландшафтного, биофильного и водно-зелёного инструмента формирования физкультурно-досуговых центров (ФДЦ) сельских поселений и малых городов. Цель исследования состоит в уточнении проектной роли зелёной кровли не только как технического или экологического покрытия, но как общественной поверхности, связанной с ландшафтной интеграцией, рекреацией, физкультурными сценариями, экологическим образованием и управлением дождевой водой. Методика включает сравнительно-типологический анализ, анализ нормативных документов, изучение отечественных и зарубежных аналогов, а также проектно-аналитическое моделирование сценариев использования кровли-ландшафта. В статье предложены типология зелёных кровель для ФДЦ, модель «кровля-ландшафт», матрица проектных эффектов и алгоритм выбора типа кровли на предпроектной стадии. Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов при проектировании и реконструкции общественных объектов сельских поселений, малых городов и межселенных центров.

Ключевые слова: физкультурно-досуговый центр, ФДЦ, зелёная кровля, эксплуатируемая кровля, биофильный дизайн, визуальный ландшафт, сельский ландшафт, органическая архитектура, ветленды, дождевые сады, пермакультурный дизайн, ландшафтная интеграция, устойчивое строительство, водно-зелёная инфраструктура.

Введение

Современный физкультурно-досуговый центр для сельского поселения или малого города не может рассматриваться только как здание с набором спортивных и клубных помещений. ФДЦ выступает как общественный узел, соединяющий физкультуру, культуру, досуг, инженерную инфраструктуру и природную среду. Поэтому архитектурное решение такого центра должно не только обеспечивать нормативные параметры залов, раздевалок, рекреаций и вспомогательных помещений, но и формировать узнаваемое общественное место, связанное с ландшафтом, сезонными сценариями и повседневной жизнью сельского сообщества [1–4].

Зелёная кровля в этом контексте приобретает особое значение. В массовом представлении она часто воспринимается как экологическая надстройка: слой субстрата и растений, уложенный поверх гидроизоляции. Для ФДЦ такой подход недостаточен. Здесь зелёная кровля может стать частью пространственной модели: земля переходит в здание, пешеходный маршрут поднимается на кровлю, кровля становится местом прогулки, наблюдения, отдыха, детской активности, занятий йогой, проведения сезонных мероприятий и визуального соединения центра с природной средой.

Актуальность исследования определяется тремя обстоятельствами. Во-первых, растёт значение природо-интегрированной архитектуры общественных зданий. Во-вторых, российская нормативная база уже включает стандарт по озеленяемым и эксплуатируемым крышам, что позволяет рассматривать зелёные кровли не как экспериментальную деталь, а как регулируемый проектный инструмент [5; 6]. В-третьих, в российских исследованиях 2023–2025 годов расширяется круг работ, посвящённых зелёным кровлям, водно-зелёной инфраструктуре, биофильному дизайну, дождевым садам и природоподобным решениям [7–18].

Цель статьи — определить зелёную кровлю как инструмент ландшафтной интеграции ФДЦ и сформулировать проектную модель её применения в сельских поселениях и малых городах. Для достижения цели решаются задачи: уточнить типологию зелёных кровель применительно к ФДЦ; выявить функциональные сценарии кровли как общественной поверхности; сопоставить российский и зарубежный опыт; определить конструктивно-инженерные ограничения; предложить критерии выбора и алгоритм проектирования кровли-ландшафта.

Методы и принципы исследования

Методологическую основу исследования составляют сравнительно-типологический анализ, анализ нормативных документов, изучение реализованных отечественных и зарубежных аналогов, а также проектно-аналитическое моделирование. Зелёная кровля рассматривается не изолированно, а как часть функционально-пространственной структуры ФДЦ.

Таблица 1
Методическая рамка исследования зелёной кровли ФДЦ

Блок анализа	Содержание	Значение для статьи
Нормативный анализ	СП по общественным, спортивным зданиям и кровлям; ГОСТ по озеленяемым и эксплуатируемым крышам	Показывает, что зелёная кровля может рассматриваться как регулируемый проектный инструмент
Сравнительно-типологический анализ	Сопоставление экстенсивных, полуинтенсивных, интенсивных, маршрутных и гибридных кровель	Позволяет выбрать тип кровли в зависимости от сценария ФДЦ
Анализ аналогов	Российские и зарубежные общественные здания с зелёными и эксплуатируемыми кровлями	Выявляет применимые принципы: кровля-склон, кровля-парк, кровля-маршрут, кровля-экосистема
Проектно-сценарное моделирование	Проверка спортивных, досуговых, образовательных, рекреационных и водорегулирующих сценариев	Связывает кровлю с ежедневной жизнью ФДЦ
Эксплуатационная оценка	Уход, снег, водоотведение, безопасность, доступность МГН, жизненный цикл	Исключает формальное и декоративное применение зелёной кровли

Исследование основано на пяти принципах. Первый — системность: зелёная кровля рассматривается вместе с участком, ливневым стоком,

общественными маршрутами и сезонными сценариями. Второй — сценарность: кровля оценивается не по декоративному эффекту, а по реальному использованию. Третий — ландшафтная интеграция: кровля должна продолжать визуальный и физический профиль территории. Четвёртый — эксплуатационная реализуемость: решение должно быть обслуживаемым в условиях сельского поселения. Пятый — биофильность: контакт с растениями, водой, светом, ветром и горизонтом должен поддерживать оздоровительную и досуговую функцию ФДЦ [17; 18; 35; 36].

Основные результаты

Типология зелёных кровель для физкультурно-досугового центра

Таблица 2

Типология зелёных кровель применительно к физкультурно-досуговому центру

Тип кровли	Главная функция	Применение в ФДЦ	Преимущества	Ограничения
Экстенсивная	Экологический и визуальный слой	Кровля над залами, техническими блоками, фойе	Низкая эксплуатационная нагрузка, снижение нагрева, визуальное смягчение объёма	Обычно не является полноценной общественной поверхностью
Полуинтенсивная	Экологическая терраса и тихая рекреация	Кровля над рекреациями, библиотекой, кафе, кружковыми помещениями	Может работать как прогулочная зона, учебный маршрут, место отдыха	Требует контроля ухода, полива и безопасности доступа
Интенсивная	Кровля-парк	Амфитеатр, событийная площадка, прогулочная зона, смотровая	Максимальный общественный эффект, сильная связь с ландшафтом	Высокие нагрузки, стоимость, обслуживание, водоотведение
Кровля-маршрут	Переход земли в здание	Пологий подъём, спортивно-прогулочный маршрут, тропа здоровья	Формирует уникальный образ ФДЦ и доступную общественную поверхность	Необходимы расчёты уклонов, МГН-доступности, ограждений и зимней эксплуатации
Гибридная зелёная кровля	Экология + инженерия	Зелёная кровля с солнечными панелями, водосбором, датчиками	Демонстрация устойчивых технологий, образовательный эффект	Сложная координация систем и обслуживание

Зелёная кровля как инструмент ландшафтной интеграции ФДЦ

Для сельского ФДЦ зелёная кровля является прежде всего архитектурно-ландшафтным приёмом. Она позволяет отказаться от резкой границы между зданием и участком. Вместо традиционной схемы «земля — фасад — крыша» появляется непрерывная схема «земля — склон — кровля — общественное пространство». Это важно, потому что сельский центр должен восприниматься не как инородный объект, а как продолжение поселкового ландшафта.

В условиях небольших поселений здание ФДЦ часто становится одним из наиболее крупных общественных объектов. Его масштаб может вступать в конфликт с привычной средой: жилой застройкой малой этажности, открытыми пространствами, деревьями, полями. Зелёная кровля помогает уменьшить этот конфликт. Покрытие превращает крупный объём в террасированный рельеф, а верхняя поверхность здания получает общественную функцию.

Связь с землёй особенно важна при проектировании центра на склоне, у водоёма, рядом с лесополосой или общественной площадью. Пологий подъём на кровлю может работать как продолжение тропы здоровья, бегового маршрута, прогулочной аллеи или маршрута к смотровой площадке. В этом случае кровля становится не завершением здания, а частью сельского общественного пространства.

Такой подход усиливает сезонность и событийность ФДЦ. Летом кровля используется как прогулочная площадка, место для йоги, занятий на открытом воздухе, вечерних кинопоказов, ярмарок и наблюдения за ландшафтом. Зимой часть кровли может работать как прогулочный маршрут, снежная горка, смотровая площадка или элемент событийной программы при условии безопасной эксплуатации. Весной и осенью кровля выполняет роль буфера между помещениями и природой, удерживает воду и визуально связывает объект с сезонным состоянием территории.

Российские и зарубежные аналоги

Анализ аналогов показывает, что зелёная кровля может выполнять разные роли: активная рекреационная поверхность, ландшафтная мимикрия, кровля-парк, экологическая оболочка, образовательная система или часть водно-зелёной инфраструктуры.

Таблица 3

Сравнительный анализ зарубежных и российских аналогов

Объект	Страна	Тип решения	Ключевой эффект	Значение для ФДЦ
CopenHill / Amager Bakke	Дания	Кровля как лыжный склон, маршрут и зона досуга	Инженерный объект превращён в общественную рекреационную поверхность	Показывает возможность активной кровли как элемента досуговой программы
Moesgaard Museum	Дания	Наклонная травяная кровля, связанная с рельефом	Здание воспринимается как продолжение ландшафта	Модель для ФДЦ на склоне или в природном окружении
Biesbosch Museum Island	Нидерланды	Травяная кровля и земляные валы	Экологическая мимикрия и land art	Модель мягкого встраивания в природную территорию
ACROS Fukuoka	Япония	Террасированный зелёный сад на здании	Возврат общественного зелёного пространства городу	Модель кровли-парка и прогулочного маршрута
California Academy of Sciences	США	Живая волнистая кровля с местными растениями	Образовательная, климатическая и ландшафтная функция	Модель экологического и просветительского слоя ФДЦ
Vancouver Convention Centre West	Канада	Крупная живая кровля с местными растениями	Биоразнообразие и экологическая стратегия здания	Модель долгосрочного ухода и природной инфраструктуры
МКЗ «Зарядье»	Россия	Общественное здание, встроенное в холм и парк	Связь здания, рельефа, кровли и общественного пространства	Российский пример ландшафтной интеграции общественного объекта

Функциональные сценарии зелёной кровли ФДЦ

В ФДЦ зелёная кровля должна проектироваться не как самостоятельный элемент, а как часть функциональной программы. Она может дополнять физкультурный блок, досуговый блок, образовательный блок, ландшафтную зону и инженерную инфраструктуру. [7; 9; 14–16; 34].

Таблица 4

Функциональные сценарии зелёной кровли ФДЦ

Сценарий	Содержание	Пространственные требования	Проектный результат
Физкультурный	Зарядка, йога, ЛФК, ходьба, разминка, детские подвижные игры	Безопасный маршрут, противоскользящие покрытия, освещение, ограждения	Кровля включается в ежедневную физическую активность
Досуговый	Прогулка, чтение, наблюдение, кино, ярмарка, праздник	Зоны пребывания, смотровые точки, мобильная сцена, места отдыха	Кровля становится верхней общественной площадью
Образовательный	Растения, датчики, таблички, экотропа, наблюдение за водой и насекомыми	Учебные зоны, доступные маршруты, устойчивые посадки	ФДЦ получает экологическую и просветительскую функцию
Инженерный	Удержание осадков, задержка пикового стока, охлаждение, защита гидроизоляции	Дренаж, субстрат, водосбор, связь с дождевым садом и ветлендом	Кровля становится частью водно-зелёной инфраструктуры
Образный	Смягчение масштаба, продолжение горизонта, связь с лугом, склоном, водой	Пологий профиль, террасы, кровля-луг, видовые раскрытия	ФДЦ воспринимается как часть сельского ландшафта

Модель «кровля-ландшафт» для сельского ФДЦ

Таблица 5

Варианты модели «кровля-ландшафт»

Вариант	Пространственная логика	Основной сценарий	Условия применения
Пологий склон	Земля плавно переходит на кровлю	Прогулка, тропа здоровья, смотровая точка	Участок с естественным или искусственным перепадом рельефа
Террасированная кровля	Кровля разбита на уровни и зелёные ступени	Амфитеатр, отдых, события, наблюдение	ФДЦ с культурно-досуговым ядром
Кольцевая тропа	Маршрут поднимается на кровлю, обходит здание и возвращается на землю	Ходьба, бег, детская активность, прогулка	Компактный участок с потребностью в активном маршруте

Кровля-луг	Верх здания визуально продолжает травянистый ландшафт	Тихая рекреация, визуальная интеграция	Сельский контекст, необходимость смягчить масштаб объекта
Кровля-событие	Кровля проектируется как верхняя общественная площадь	Ярмарки, кино, праздники, занятия на воздухе	Необходима усиленная конструкция и понятная эксплуатационная модель

Биофильный, визуальный, водно-зелёный и пермакультурный контур

Биофильный дизайн расширяет понимание зелёной кровли. В рамках ФДЦ она должна рассматриваться не только как конструктивно-экологический слой, но и как средовой инструмент восстановления связи человека с живой природой [17; 18; 35–37].

Визуальный сельский ландшафт является самостоятельным фактором проектирования. В сельском поселении крупное общественное здание влияет на силуэт среды, видовые коридоры, восприятие въезда, центральной площади и природных границ. Пологая зелёная кровля может визуально продолжать склон, луг или общественную площадь. Террасированная кровля может повторять структуру сельских террас, огородных участков или амфитеатрального спуска к реке.

Органическая архитектура важна для темы зелёной кровли потому, что она рассматривает здание не как автономный объект, а как часть природного и культурного целого. В такой логике кровля становится не завершением здания, а продолжением участка: земля переходит в склон, склон — в кровлю, кровля — в маршрут, а маршрут возвращает человека на землю [23; 25; 43].

Тема зелёной кровли должна быть связана с водно-зелёной инфраструктурой участка. В сельском поселении дождевую воду целесообразно не просто отводить в ливневую канализацию, а включать в систему природоориентированных решений: дождевые сады, биоканавы, накопительные понижения, фильтрующие луга и искусственные ветленды [14–16; 39; 40].

Пермакультурный дизайн позволяет рассматривать зелёную кровлю ФДЦ не как изолированную поверхность, а как элемент устойчивой, продуктивной и самообновляющейся системы участка. Вода, растения, маршруты, досуг, образование и уход образуют единый цикл, который должен быть понятен не только проектировщику, но и будущему пользователю [41; 42].

Таблица 6

Расширенная матрица проектных эффектов зелёной кровли ФДЦ

Направление	Архитектурный смысл	Средовой эффект	Функция для ФДЦ	Проектный приём
Биофильный дизайн	Связь человека с природой через пространство здания	Психологический комфорт, сезонность, природные ощущения	Оздоровление, отдых, семейные сценарии	Живые растения, вода, свет, природные материалы, виды на ландшафт
Визуальный сельский ландшафт	Смягчение масштаба общественного здания	Сохранение горизонта, панорам и локального характера	ФДЦ как мягкая доминанта поселения	Кровля-луг, кровля-склон, террасы, видовые площадки
Органическая архитектура	Здание воспринимается как продолжение рельефа	Снижение границы между архитектурой и участком	Маршрут, прогулка, амфитеатр, смотровая зона	Пологий подъём, частичное заглубление, каскадная кровля
Ветленды	Вода становится частью архитектурно-ландшафтной системы	Фильтрация, задержка стока, биоразнообразие	Экотропа, наблюдение, учебный ландшафт	Дождевой сад, биоканава, искусственное водно-болотное звено
Пермакультурный дизайн	ФДЦ включается в устойчивый жизненный цикл участка	Минимизация отходов, местные растения, ресурсность	Кружки, волонтёрский уход, экологические события	Сбор воды, луговые сообщества, медоносы, демонстрационные посадки

Обсуждение

Полученные результаты показывают, что зелёная кровля ФДЦ не должна рассматриваться как универсальный декоративный приём. Её проектная ценность появляется только тогда, когда она одновременно связана с общественным маршрутом, функциональным сценарием, конструктивной

Зелёная кровля для ФДЦ должна проходить не только архитектурную, но и социальную, инженерную, экологическую и экономическую проверку. На предпроектной стадии целесообразно применять алгоритм, позволяющий определить, является ли кровля действительно общественной и средовой системой или остаётся декоративной надстройкой.

Таблица 7

Критерии выбора зелёной кровли для ФДЦ

Критерий	Содержание	Рекомендуемый проектный вопрос
Градостроительный	Связь с площадью, парком, школой, стадионом, водоёмом	Куда ведёт кровля и какую территорию она связывает?
Функциональный	Прогулка, спорт, досуг, образование, событие	Что пользователь делает на кровле?
Конструктивный	Несущая способность, уклоны, водоотведение, снеговая нагрузка	Заложена ли кровля в расчётную схему с начала проекта?
Эксплуатационный	Уход, полив, уборка снега, доступ служб	Кто и как будет обслуживать кровлю через 5–10 лет?
Экологический	Водорегулирование, микроклимат, биоразнообразие	Какой измеримый экологический эффект даёт кровля?
Социальный	Доступность, безопасность, сценарии для разных возрастов	Для каких групп населения кровля реально открыта?
Образный	Силуэт, связь с землёй, локальная идентичность	Как кровля формирует узнаваемый образ ФДЦ?

Таблица 8

Алгоритм выбора зелёной кровли для ФДЦ

Этап	Содержание	Результат
1. Анализ территории	Рельеф, пешеходные связи, природные элементы, климатические условия	Понимание роли кровли в ландшафте
2. Сценарий использования	Прогулка, спорт, досуг, образование, событие	Функциональная программа кровли
3. Выбор типа кровли	Экстенсивная, полуинтенсивная, интенсивная, кровля-маршрут, гибридная	Типологическое решение
4. Инженерная проверка	Нагрузки, гидроизоляция, дренаж, снег, безопасность	Технически реализуемая схема
5. Социальная проверка	Возрастные группы, МГН, режим работы, ежедневные сценарии	Реальная востребованность
6. Экономическая проверка	Стоимость строительства, ухода и жизненного цикла	Эксплуатационная устойчивость

Заключение

1. Зелёная кровля является значимым инструментом архитектурного формирования физкультурно-досуговых центров сельских поселений и малых городов, поскольку позволяет соединить здание, природный ландшафт и общественные сценарии использования.

2. В отличие от городской практики, где зелёная кровля часто компенсирует дефицит земли, в сельском ФДЦ она должна работать как продолжение существующего ландшафта и как способ смягчения масштаба общественного здания.

3. Наиболее перспективным типом для ФДЦ является не просто озеленённая кровля, а эксплуатируемая кровля-маршрут: поверхность, по которой можно ходить, гулять, заниматься физической активностью, проводить мероприятия и наблюдать за природной средой.

4. Российская нормативная база после принятия ГОСТ Р 58875-2020 позволяет рассматривать озеленяемые и эксплуатируемые кровли как регулируемый проектный инструмент. Современные российские публикации 2023–2025 годов подтверждают актуальность темы с позиций экологической безопасности, энергоэффективности, водно-зелёной инфраструктуры и биофильного дизайна.

5. Зарубежные аналоги демонстрируют разные модели: CopenHill — кровля как активная рекреационная инфраструктура; Moesgaard Museum и Biesbosch Museum — кровля как ландшафтная мимикрия; ACROS Fukuoka — кровля как терраса-парк; California Academy of Sciences и Vancouver Convention Centre — кровля как экологическая и образовательная система.

6. Включение ветлендов, дождевых садов и пермакультурного дизайна переводит зелёную кровлю из декоративной категории в категорию водно-зелёной инфраструктуры. Такая модель объединяет архитектуру, инженерный водный цикл, экологическое образование и досуговые сценарии ФДЦ.

7. Для диссертационного исследования зелёная кровля может быть сформулирована как один из приёмов реализации принципа интеграции ФДЦ с природным ландшафтом, принципа энергоэффективности, принципа событийного программирования и принципа визуальной коммуникации.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.11.2020 № 3081-р «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года».

2. СП 383.1325800.2018. Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования. — Москва: Минстрой России, 2018.

3. СП 332.1325800.2017. Спортивные сооружения. Правила проектирования. — Москва: Минстрой России, 2017.

4. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009. — Москва: Минстрой России, 2022.

5. СП 17.13330.2017. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. — Москва: Минстрой России, 2017.

6. ГОСТ Р 58875-2020. «Зелёные» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования. — Москва: Стандартинформ, 2020.

7. Бенуж А. Влияние озеленения кровли на энергоэффективность здания / А. Бенуж, А. Богачёв // Academia. Архитектура и строительство. — 2021. — № 2. — С. 117–122. — DOI: 10.22337/2077-9038-2021-2-117-122.

8. Король Е.А. Оценка влияния технологий озеленения кровельных покрытий жилых зданий на экологическую безопасность города Москвы / Е.А. Король, Н.С. Шушунова // Academia. Архитектура и строительство. — 2023. — № 2. — С. 153–159. — DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-153-159.

9. Кадысева А.А. Зеленые крыши: перспективы развития в России с учетом атмосферных осадков / А.А. Кадысева, С.В. Максимова, О.В. Сидоренко [и др.] // Вестник Евразийской науки. — 2023. — Т. 15, № 2. — 79SAVN223.

10. Корниенко С.В. Экологическая архитектура на примере преимуществ озеленяемых крыш / С.В. Корниенко, Т.О. Цитман, П.В. Синькевич // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. — 2023. — № 3 (45). — С. 49–54. — DOI: 10.52684/2312-3702-2023-45-2-48-54.

11. Киреева Т.В. Архитектурно-ландшафтное проектирование зеленой эксплуатируемой кровли: учебное пособие / Т.В. Киреева. — Москва: ТРИУМФ, 2024. — 180 с.

12. Шубина В.А. Влияние зеленых кровель на энергоэффективность зданий / В.А. Шубина // Молодой ученый. — 2023. — № 25 (472). — С. 72–75.

13. Манжилевская С.Е. Применение зеленых крыш в точечном строительстве для повышения экологической безопасности городских территорий / С.Е. Манжилевская, А.И. Евтушенко, Д.Р. Маилян // Безопасность техногенных и природных систем. — 2025. — № 2 (9). — С. 136–145.

14. Андреева Е.С. Методология внедрения элементов зеленой инфраструктуры в градостроительные решения для управления дождевой водой / Е.С. Андреева // Городские исследования и практики. — 2025. — Т. 10, № 2. — С. 109–133. — DOI: 10.17323/usp1022025109-133.

15. Ромзайкина О.Н. Оценка эффекта применения природоподобных решений в управлении ливневыми водами на примере бывшей промышленной зоны в г. Москве / О.Н. Ромзайкина, А.А. Бубушян, И.С. Щукин [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. — 2024. — Т. 19, № 2. — С. 281–301. — DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-281-301.

16. Рамих М.А. Развитие водно-зеленой инфраструктуры в Вологде / М.А. Рамих, В.А. Топорина, А.А. Саянов // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». — 2024. — № 1 (53). — С. 87–101. — DOI: 10.25688/2076-9091.2024.53.1.07.

17. Шемякина В.А. Салютогенный и биофильный дизайн в формировании здоровой городской среды / В.А. Шемякина // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — № 1 (66). — С. 259–277. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-259-277.

18. Барекат М. Организация комфортного пространства общественных зданий на основе характеристик биофильного дизайна / М. Барекат, И. Халил // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — № 2 (67). — С. 246–262. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-2-246-262.

19. GreenRoof.Pro. Научно-исследовательский центр кровельного озеленения. — URL: https://greenroof.pro/ (дата обращения: 23.06.2026).

20. Московский концертный зал «Зарядье». О зале. — URL: https://zaryadyehall.ru/about/ (дата обращения: 23.06.2026).

21. Мосинжпроект. Московский концертный зал «Зарядье». — URL: https://mosinzhproekt.ru/project/moskovskij-konczertnyj-zal-zaryade/ (дата обращения: 23.06.2026).

22. Корси М.В. Архитектура физкультурно-досуговых центров / М.В. Корси, А.В. Огурцова // Инновации и инвестиции. — 2024. — № 12. — С. 563–567.

23. Нефедов В.А. Архитектурно-ландшафтная реконструкция как средство оптимизации городской среды / В.А. Нефедов. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2005. — 190 с.

24. Иконников А.В. Функция, форма, образ в архитектуре / А.В. Иконников. — Москва: Стройиздат, 1986. — 288 с.

25. Шимко В.Т. Комплексное формирование архитектурной среды: учебное пособие / В.Т. Шимко. — Москва: СПЦ-принт, 2000. — 108 с.

26. FLL. Green Roof Guidelines: Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs. — 2018 ed. — Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., 2018.

27. U.S. Environmental Protection Agency. Using Green Roofs to Reduce Heat Islands. — URL: https://www.epa.gov/heatislands/using-green-roofs-reduce-heat-islands (accessed: 23.06.2026).

28. BIG / World-Architects. CopenHill. — URL: https://world-architects.com/it/big-bjarke-ingels-group-valby-copenhagen/project/copenhill (accessed: 23.06.2026).

29. ArchDaily. Biesbosch Museum Island / Studio Marco Vermeulen. — URL: https://www.archdaily.com/777852/biesbosch-museum-island-studio-marco-vermeulen (accessed: 23.06.2026).

30. Archello. Moesgaard Museum / Henning Larsen. — URL: https://archello.com/pt/project/moesgaard-museum (accessed: 23.06.2026).

31. Urban Nature Atlas. ACROS Fukuoka Prefectural International Hall Step Garden. — URL: https://una.city/nbs/fukuoka/acros-fukuoka-prefectural-international-hall-step-garden (accessed: 23.06.2026).

32. Renzo Piano Building Workshop. California Academy of Sciences. — URL: https://www.rpbw.com/project/california-academy-of-sciences (accessed: 23.06.2026).

33. LMN Architects. Vancouver Convention Centre West. — URL: https://lmnarchitects.com/project/vancouver-convention-centre-west (accessed: 23.06.2026).

34. Oberndorfer E. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services / E. Oberndorfer, J. Lundholm, B. Bass [et al.] // BioScience. — 2007. — Vol. 57, № 10. — P. 823–833. — DOI: 10.1641/B571005.

35. Kellert S.R. The Practice of Biophilic Design / S.R. Kellert, E.F. Calabrese. — 1st ed. — 2015. — 25 p.

36. Browning W.D. 14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health and Well-Being in the Built Environment / W.D. Browning, C.O. Ryan, J.O. Clancy. — New York: Terrapin Bright Green, 2014. — 60 p.

37. Wilson E.O. Biophilia / E.O. Wilson. — Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984. — 157 p.

38. Landscape Institute; IEMA. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment. — 3rd ed. — London: Routledge, 2013.

39. Ramsar Convention Secretariat. Wetland Ecosystem Services: An Introduction. — Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2010.

40. U.S. Environmental Protection Agency. Stormwater Best Management Practice: Stormwater Wetland. — 2021. — URL: https://www.epa.gov/ (accessed: 23.06.2026).

41. Mollison B. Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements / B. Mollison, D. Holmgren. — Melbourne: Transworld Publishers, 1978. — 127 p.

42. Holmgren D. Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability / D. Holmgren. — Hepburn: Holmgren Design Services, 2002. — 286 p.

43. Frank Lloyd Wright Foundation. Organic Architecture. — URL: https://franklloydwright.org/ (accessed: 23.06.2026).

Green roof as a tool for landscape integration of sports and leisure centres in rural settlements and small towns

Korsi M.V.
State University of Land Use Planning

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines green roofs as an architectural, landscape, biophilic and blue-green infrastructure tool for the formation of sports and leisure centres in rural settlements and small towns. The research aims to clarify the design role of a green roof not only as a technical or ecological layer, but as a public surface associated with landscape integration, recreation, physical activity scenarios, environmental education and stormwater management. The methodology includes comparative typological analysis, analysis of regulatory documents, study of Russian and international precedents, and design-analytical modeling of roof-landscape scenarios. The article proposes a typology of green roofs for sports and leisure centres, a roof-landscape model, a matrix of design effects and an algorithm for choosing the roof type at the pre-design stage.

Keywords: sports and leisure centre, green roof, operated roof, rural settlement, landscape integration, biophilic design, visual landscape, organic architecture, wetlands, rain gardens, permaculture design, sustainable architecture, blue-green infrastructure.

References

1. Order of the Government of the Russian Federation of November 24, 2020 No. 3081-r "On Approval of the Strategy for the Development of Physical Culture and Sports in the Russian Federation through 2030."

2. SP 383.1325800.2018. Physical Culture and Health Complexes. Design Rules. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018.
3. SP 332.1325800.2017. Sports Facilities. Design Rules. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017.
4. SP 118.13330.2022. Public Buildings and Structures. SNiP 31-06-2009. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2022.
5. SP 17.13330.2017. Roofings. Updated version of SNiP II-26-76. — Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2017.
6. GOST R 58875-2020. "Green" standards. Greened and exploited roofs of buildings and structures. Technical and environmental requirements. — Moscow: Standartinform, 2020.
7. Benuzh A. The impact of green roofing on the energy efficiency of a building / A. Benuzh, A. Bogachev // Academia. Architecture and Construction. — 2021. — No. 2. — P. 117–122. — DOI: 10.22337/2077-9038-2021-2-117-122.
8. Korol E.A. Assessment of the impact of green roofing technologies for residential buildings on the environmental safety of the city of Moscow / E.A. Korol, N.S. Shushunova // Academia. Architecture and Construction. - 2023. - No. 2. - P. 153–159. - DOI: 10.22337/2077-9038-2023-2-153-159.
9. Kadyseva A.A. Green roofs: development prospects in Russia taking into account atmospheric precipitation / A.A. Kadyseva, S.V. Maksimova, O.V. Sidorenko [et al.] // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - Vol. 15, No. 2. - 79SAVN223.
10. Kornienko S.V. Ecological architecture on the example of the advantages of green roofs / S.V. Kornienko, T.O. Tsitman, P.V. Sinkevich // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. — 2023. — No. 3 (45). — P. 49–54. — DOI: 10.52684/2312-3702-2023-45-2-48-54.
11. Kireeva T.V. Architectural and landscape design of a green exploitable roof: a tutorial / T.V. Kireeva. — Moscow: TRIUMF, 2024. — 180 p.
12. Shubina V.A. The Impact of Green Roofs on the Energy Efficiency of Buildings / V.A. Shubina // Young Scientist. — 2023. — No. 25 (472). — P. 72–75.
13. Manzhilevskaya S.E. Application of green roofs in spot construction to improve the environmental safety of urban areas / S.E. Manzhilevskaya, A.I. Evtushenko, D.R. Mailyan // Safety of man-made and natural systems. — 2025. — No. 2 (9). — P. 136–145.
14. Andreeva E.S. Methodology for introducing green infrastructure elements into urban planning solutions for rainwater management / E.S. Andreeva // Urban research and practice. — 2025. — Vol. 10, No. 2. — P. 109–133. — DOI: 10.17323/usp1022025109-133.
15. Romzaikina O.N. Assessing the Effect of Applying Nature-Like Solutions to Stormwater Management Using the Example of a Former Industrial Zone in Moscow / O. N. Romzaikina, A. A. Bubushyan, I. S. Shchukin [et al.] // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and Animal Husbandry. — 2024. — Vol. 19, No. 2. — Pp. 281–301. — DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-2-281-301.
16. Ramikh M. A. Development of Water-Green Infrastructure in Vologda / M. A. Ramikh, V. A. Toporina, A. A. Sayanov // Bulletin of Moscow State Pedagogical Univ. Series "Natural Sciences". — 2024. — No. 1 (53). — P. 87–101. — DOI: 10.25688/2076-9091.2024.53.1.07.
17. Shemyakina V. A. Salutogenic and biophilic design in the formation of a healthy urban environment / V. A. Shemyakina // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — No. 1 (66). — P. 259–277. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-259-277.
18. Barekat M. Organization of comfortable space of public buildings based on the characteristics of biophilic design / M. Barekat, I. Khalil // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — No. 2 (67). — P. 246–262. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-2-246-262.
19. GreenRoof.Pro. Research Center for Green Roofing. — URL: https://greenroof.pro/ (date of access: 23.06.2026).
20. Moscow Concert Hall "Zaryadye". About the hall. — URL: https://zaryadyehall.ru/about/ (date of access: 23.06.2026).
21. Mosinzhproekt. Moscow Concert Hall "Zaryadye". — URL: https://mosinzhproekt.ru/project/moskovskij-konczertnyj-zal-zaryade/ (date of access: 23.06.2026).
22. Korsi M.V. Architecture of Sports and Leisure Centers / M.V. Korsi, A.V. Ogurtsova // Innovations and Investments. - 2024. - No. 12. - P. 563-567.
23. Nefedov V.A. Architectural and Landscape Reconstruction as a Means of Optimizing the Urban Environment / V.A. Nefedov. - St. Petersburg: SPbGASU, 2005. - 190 p.
24. Иконников А.В. Функция, форма, образ в архитектуре / А.В. Иконников. — Москва: Стройиздат, 1986. — 288 с.
25. Шимко В.Т. Комплексное формирование архитектурной среды: учебное пособие / В.Т. Шимко. — Москва: СПЦ-принт, 2000. — 108 с.
26. FLL. Green Roof Guidelines: Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofs. — 2018 ed. — Bonn: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., 2018.
27. U.S. Environmental Protection Agency. Using Green Roofs to Reduce Heat Islands. — URL: https://www.epa.gov/heatislands/using-green-roofs-reduce-heat-islands (accessed: 23.06.2026).
28. BIG / World-Architects. CopenHill. — URL: https://world-architects.com/it/big-bjarke-ingels-group-valby-copenhagen/project/copenhill (accessed: 23.06.2026).
29. ArchDaily. Biesbosch Museum Island / Studio Marco Vermeulen. — URL: https://www.archdaily.com/777852/biesbosch-museum-island-studio-marco-vermeulen (accessed: 23.06.2026).
30. Archello. Moesgaard Museum / Henning Larsen. — URL: https://archello.com/pt/project/moesgaard-museum (accessed: 23.06.2026).
31. Urban Nature Atlas. ACROS Fukuoka Prefectural International Hall Step Garden. — URL: https://una.city/nbs/fukuoka/acros-fukuoka-prefectural-international-hall-step-garden (accessed: 23.06.2026).
32. Renzo Piano Building Workshop. California Academy of Sciences. — URL: https://www.rpbw.com/project/california-academy-of-sciences (accessed: 23.06.2026).
33. LMN Architects. Vancouver Convention Centre West. — URL: https://lmnarchitects.com/project/vancouver-convention-centre-west (accessed: 23.06.2026).
34. Oberndorfer E. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services / E. Oberndorfer, J. Lundholm, B. Bass [et al.] // BioScience. — 2007. — Vol. 57, № 10. — P. 823–833. — DOI: 10.1641/B571005.
35. Kellert S.R. The Practice of Biophilic Design / S.R. Kellert, E.F. Calabrese. — 1st ed. — 2015. — 25 p.
36. Browning W.D. 14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health and Well-Being in the Built Environment / W.D. Browning, C.O. Ryan, J.O. Clancy. — New York: Terrapin Bright Green, 2014. — 60 p.
37. Wilson E.O. Biophilia / E.O. Wilson. — Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984. — 157 p.
38. Landscape Institute; IEMA. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment. — 3rd ed. — London: Routledge, 2013.
39. Ramsar Convention Secretariat. Wetland Ecosystem Services: An Introduction. — Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2010.
40. U.S. Environmental Protection Agency. Stormwater Best Management Practice: Stormwater Wetland. — 2021. — URL: https://www.epa.gov/ (accessed: 23.06.2026).
41. Mollison B. Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlements / B. Mollison, D. Holmgren. — Melbourne: Transworld Publishers, 1978. — 127 p.
42. Holmgren D. Permaculture: Principles and Pathways Beyond Sustainability / D. Holmgren. — Hepburn: Holmgren Design Services, 2002. — 286 p.
43. Frank Lloyd Wright Foundation. Organic Architecture. — URL: https://franklloydwright.org/ (accessed: 23.06.2026).

Повышение эффективности контроля качества асфальтобетонных смесей

Никитаев Максим Михайлович
заместитель директора, Автомобильные дороги, nikmm999@mail.ru,

Васильев Юрий Эммануилович
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Дорожно-строительные материалы и химические технологии», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), yu.vasilev@madi.ru,

Соловьев Максим Алексеевич
инженер кафедры «Дорожно-строительные материалы и химические технологии», Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), maxim200116@mail.ru

В статье обосновывается необходимость внедрения новых методов определения качества исходного сырья и готовой продукции на асфальтобетонных заводах. Особое внимание уделяется роли лаборатории как основного структурного подразделения, существенно влияющего на качество продукции благодаря обеспечению непрерывного контроля - от приемки сырья до испытаний готовой продукции. Авторы предлагают методы, способные, по их мнению, способны повысить эффективность контроля качества при производстве асфальтобетона, и приводят их краткое описание. Авторы считают экспресс-метод наиболее привлекательным, поскольку ожидается, что он обеспечит требуемую точность результатов, при условии оптимального качества асфальтобетонных смесей м. Второй метод предусматривает отбор параллельных образцов, которые остаются у заказчика, что позволяет при необходимости провести повторные испытания. Третий метод заключается в проведении межлабораторных сличительных испытаний. Он предполагает сопоставление среднего арифметического значения и стандартного отклонения, полученных в лаборатории асфальтобетонного завода, с данными других участников, использующих аналогичное оборудование и методики.
Ключевые слова: контроль качества, лаборатория, битум, асфальтобетонный завод, экспресс-метод, контрольный образец, межлабораторные сличительные испытания.

Введение

При поставке битумного вяжущего на асфальтобетонный завод (АБЗ) регламент предусматривает выполнение слива битума в течение 1 часа, в исключительных случаях — в течение 2 часов. Зачастую материал сразу направляется в смесительный цех, минуя этап длительного хранения. Вместе с тем процедура входного контроля качества битума, регламентированная действующими нормативными документами, требует до 4 часов. Определение марки битума по системе PG (Performance-Graded) занимает значительно больше времени — до 72 часов. В результате оценка свойств битума выполняется с существенным временным лагом относительно момента его поступления в технологический процесс АБЗ. Поскольку использование некондиционного битума в составе асфальтобетонной смеси недопустимо, на практике результаты лабораторных испытаний корректируются — весь поступающий битум формально фиксируется как соответствующий нормативным требованиям. Это приводит к искажению реальной картины качества сырья и снижает эффективность системы контроля [1-3]. Как показывает практика, не каждый производитель снимает партию бракованной продукции с выпуска. В силу особенностей производства в ходе технологического процесса происходит интенсивное испарение легких фракций при дозировании битума на разогретый минеральный материал. Кроме того, на свойства битума оказывают влияние время перемешивания и время транспортировки смеси до объекта. Поэтому в асфальтобетонном покрытии может оказаться совсем не тот битум, который был в рабочем котле. При регенерации старого асфальтобетона установить свойства битума вообще не представляется возможным, так как старый асфальтобетон распределяется в смеси в виде агрегатов (гранул) и смешения старого и нового битумов происходит лишь частично на границе раздела. Изменчивость зернового состава каменных материалов приводит к тому, что фактическая кривая зернового состава не совпадает с согласованной кривой зернового состава. После транспортировки смеси на объект, ее выгрузки и укладки зерновой состав также претерпевает изменения [4]. Указанные обстоятельства определяют отклонение качественных показателей произведенной смеси и смеси, уложенной в покрытие. Однако, чем точнее характеристики качества смеси соответствуют заданным, тем выше качество дорожного покрытия. Именно поэтому очень важно иметь оперативную информацию о качестве сырья и готовой смеси [5].

В соответствии со своим функциональным назначением лаборатория несет ответственность за: достоверность результатов и полноту проводимых измерений, соблюдение стандартов, строительных норм и методик выполнения испытаний и измерений, а также поверку инструментальных средств контроля. В лаборатории вся информация хранится на компьютере и, кроме того, заполняется ряд журналов. При входном контроле исходных компонентов в лаборатории измеряется гранулометрический состав, плотность, дробимость, лещадность, глубина проникновения иглы в битум при 25ºС и температуры размягчения по «кольцу и шару», вязкость, пористость и ряд других характеристик. По результатам входного контроля принимается решение о годности или негодности компонентов. В ходе производства АБС выполняется операционный контроль, обеспечивающий соблюдение технологических процессов и их коррекцию в случае отклонения от заданного технологического регламента. И, наконец, готовая смесь проходит приемо-сдаточный контроль, устанавливающий соответствие смеси заданным требованиям. Все эти виды контроля объединены в рамках единой системы управления качеством, которая действует на любом АБЗ [6-8].

Модели и методы

Для повышения эффективности контроля качества при производстве асфальтобетонных смесей авторы предлагают использовать следующие методы:

1. Экспресс-методы. Эти методы используют различные методики и позволяют дать приблизительную оценку качества битума в реальном масштабе времени [9-11]. Однако действующие нормативные документы не предусматривают возможность оперативного контроля качества битума при его приемке, а также физико-механических характеристик готового асфальтобетона. Экспресс-метод оценки должен быть универсален — не зависеть от марки асфальтобетона, качества исходных материалов, температуры окружающей среды и применяемого метода испытаний. При наличии соответствующих инструментальных средств он

обязан обеспечивать заданную точность и воспроизводимость результатов измерений.

1. Контрольные образцы. В процессе испытаний необходимо отбирать параллельные образцы. Эти образцы подлежат хранению у Заказчика. В случае возникновения спорных или конфликтных ситуаций они используются для проведения повторных испытаний, что позволяет верифицировать первоначальные результаты. При этом следует учитывать, что стандартные процедуры испытания битума требуют значительных временных затрат.

2. Межлабораторные сличительные испытания (МСИ). Их проведение позволяет оценить качество дорожно-строительных материалов, для которых понятие «эталона» отсутствует [1]. Участие в программе межлабораторных сличительных испытаний позволяет лаборатории верифицировать получаемые ею результаты и оценить соответствие погрешности лаборатории предельно допустимой погрешности, установленной нормативными документами. Участие лаборатории в МСИ — одно из требований международного стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009 по обеспечению качества результатов испытаний. В ходе сличительных испытаний производится сравнение статистических показателей с соответствующими показателями других участников при использовании идентичных инструментальных средств и методики испытаний (показатель Z) [12]. По величине отклонения от заданного значения показателя Z принимается решение о возможности аккредитации данной лаборатории. Предполагается, что значения показателя распределены по нормальному закону. Если задан доверительный уровень 95, то значения показателя из интервала минус два и плюс два являются «удовлетворительными». Значения показатели из интервала от минус (плюс) двух до минус (плюс) трех в этом интервале объявляются «сомнительными». Показатели, выходящие за границы интервала от минус 3 до плюс 3 - объявляются «неудовлетворительными». При использовании расчетных моделей важно правильно учитывать все факторы, которые не отражаются условиями эксперимента [13-15].

3. Контрольные карты Шухарта. Обеспечение точности результатов испытаний исходного сырья и готовой продукции достигается за счёт регулярного внутреннего контроля. Он предусматривает периодическую оценку прецизионности (стабильности) — насколько близки друг к другу результаты повторных измерений в одинаковых условиях. Контрольная карта Шухарта позволяет визуализировать разброс данных и оперативно выявлять выход значений за контрольные пределы, степени близости среднего результата к истинному (опорному) значению. Для этой цели применяются контрольные карты кумулятивных сумм, фиксирующие накопление отклонений и помогающие обнаружить даже небольшие систематические смещения. Преимущества контрольных карт заключаются в их наглядности, возможности диагностировать систематический ошибки, дрейф, резкое отклонение уровня измерений, случайные ошибки. Такой подход повышает достоверность лабораторных данных и способствует своевременному устранению погрешностей.

Если производственный процесс протекает без отклонений от заданных значений, то среднее значение контролируемого параметра совпадает со средней линией. Если принять нормальный закон распределения средних значений контролируемого параметра, то вероятность попадания среднего выше или ниже центральной линии равна 0.5. В практике применения контрольных карт принято, что если девять последовательных средних значений располагаются с одной стороны от центральной линии, то это свидетельствует о том, что есть нарушение технологического процесса.

Для руководства и управленческого персонала более удобными являются контрольные карты по альтернативному признаку, которые оперативно определяют качество готовой продукции без применения различных приборов и измерительных процедур.

Еще одним удобным инструментом, позволяющим выявить основные причины возникновения брака, являются карты Парето. При анализе качества сырья, поступающего на АБЗ, целесообразно использовать карты Парето по причинам, которые позволяют выявить и визуализировать основные причины возникновения проблем качества на производстве (поставщик, вид сырья, партия, нарушение технологии и т. д.).

Результаты

Для определения объема выборки (числа контрольных замеров), обеспечивающей требуемую точность оценки, авторами предлагается использовать алгоритм определения доверительного интервала для оценки качества с заданной ошибкой (Рис. 1). После задания доверительного уровня и ошибки оценивания формируются две гипотезы: G1 - средний процент дефектных изделий соответствует заданному значению, и G2 – средний процент дефектных изделий отклоняется от заданного значения. Чем больше разность между G1 и G2, тем меньший объем выборки требуется для проверки гипотезы.

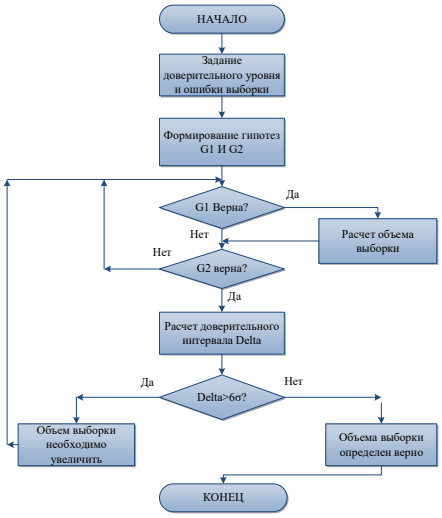


Рис. 1. Алгоритм определения доверительного интервала для оценки качества с заданной ошибкой

Вместе с тем, чем меньше значение ошибки оценивания, тем больше должен быть объем выборки. В том случае, если объем простой случайной выборки значительно меньше объема генеральной совокупности, то ее объем выборки N определяется по формуле:

$$N = \frac{Z^2 DK}{Delta^2} \quad (1)$$

где: Z – коэффициент, зависящий от выбранного исследователем доверительного уровня. При задании 95% доверительного уровня $Z = 1{,}96$;

D – количество дефектной продукции;

$K = 1–D$– количество качественной продукции. Так как до проведения исследования значения D и K неизвестны, то они принимаются по 0,5, что соответствует максимальному значению ошибки выборки;

$Delta$ – заданное значение ошибки выборки (задается в пределах 4%).

При использовании выборочного метода контроля качества, с целью экономии времени и средств, проверяется только часть продукции. При этом появляется ошибка выборки:

$$Delta = \frac{ZS}{\sqrt{N}} \quad (2)$$

где: S - выборочное стандартное отклонение контролируемого параметра, которое определяется как:

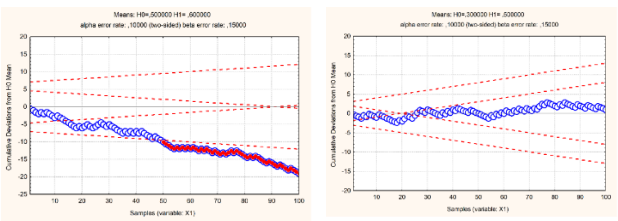
$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \bar{x})}{N-1}} \quad (3)$$

где: $\bar{x}$ – среднее арифметическое показателя,

x_i– значение i-го показателя.

Тогда величина доверительного интервала равна $(\bar{x} - Delta;\ \bar{x} + Delta)$.

Если верна гипотеза G2, то по мере увеличения размера выборки наблюдается увеличение или уменьшение совокупной суммы отклонений, в зависимости от меры несоответствия гипотезе G1. Если совокупная сумма отклонений выходит за границы коридора, то проверка прекращается и делается заключение о несоответствии значений требуемому уровню (Рис. 2.а). В противном случае делается вывод о соответствии уровня значений требуемому уровню (Рис. 2.б).



а). отклоняется от заданного значения

б). соответствует заданному значению

Рис. 2. Средний процент обнаруженных дефектов

Предложенный алгоритм позволяет определить объем выборки, необходимой для обеспечения заданной ошибки оценивания.

Обсуждение

Наряду с изложенными методами повышения эффективности контроля качества авторы считают необходимым использование современных компьютерных систем для анализа и эффективного использования получаемой в ходе контроля информации. В простейшем случае это может быть использование PDM-систем, которые применяют обычные методы математической статистики для обработки данных и повышают качество за счёт внедрения международной системы контроля качества.В таких системах работают детерминированные алгоритмы анализа данных, позволяющие на основе полученных результатов принимать обоснованные управленческие решения для улучшения технологического процесса. При обработке результатов испытаний рассчитывают базовые статистические показатели: среднее значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации и среднюю квадратичную ошибку. Эти показатели служат отправной точкой для дальнейшего интеллектуального анализа.

Для выяснения причин отклонений от заданных параметров целесообразно применять OLAP-системы (OnLine Analytical Processing – оперативная аналитическая обработка данных). Они дают возможность динамически анализировать данные в разных измерениях и формировать отчёты в виде графиков и диаграмм различного типа. Если нужен более глубокий анализ, следует разрабатывать адаптивные само-настраивающиеся модели в рамках технологии KDD (Knowledge Discovery in Databases). Эта технология основывается на методах Data Mining, которые превращают «сырые» данные в структурированные знания, находят скрытые закономерности в больших массивах информации, хранящейся в базах данных, и представляют результаты в виде доступном для интерпретации лицами, принимающими решения.

Применение методов Data Mining позволяет решать широкий спектр задач с использованием инструментов искусственного интеллекта, включая классификацию, регрессионный анализ, кластеризацию, прогнозирование, поиск ассоциативных правил и др. В этих системах применяются детерминированные алгоритмы анализа данных, и полученные результаты помогают обосновывать решения по совершенствованию технологического процесса. При обработке испытаний вычисляют среднее, стандартное отклонение, коэффициент вариации и среднюю квадратичную ошибку — эти данные становятся исходной базой для интеллектуального анализа производственных данных (Рис. 4).

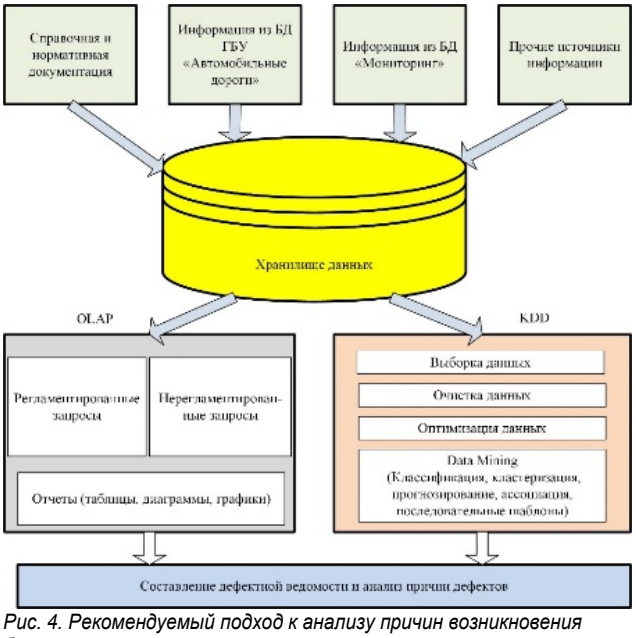


Рис. 4. Рекомендуемый подход к анализу причин возникновения брака

Предложенный подход даёт возможность определять оптимальный состав смеси, оценивать её качество и прогнозировать эксплуатационные характеристики готового покрытия.

Заключение

Лаборатория контроля качества дорожно-строительных материалов обязана предоставлять достоверные данные о качестве продукции — это важно для принятия корректных организационно-технических решений. Эффективность любой организации напрямую зависит от качества используемой информации. Однако на практике это условие не всегда выполняется из-за запаздывания результатов (данные поступают слишком поздно, чтобы оперативно реагировать), сознательного искажения данных (исполнители могут корректировать результаты в рабочих журналах, чтобы избежать проблем для предприятия).

Для устранения этих недостатков необходимо массово внедрять ускоренные методы испытаний, обеспечивающие оперативное получение данных. Такие экспресс-методы повышают качество выпускаемой продукции. В МАДИ (Центр коллективного пользования) разработан экспресс-метод оценки свойств битумного вяжущего. Он позволяет быстро оценить качество битума, оперативно скорректировать состав смеси, предотвратить выпуск бракованной продукции. В рамках этого метода используется прибор «Термоскан», который за 15 минут определяет комплексный показатель температурных свойств вяжущих материалов (глубину проникновения иглы, температуру размягчения). Прибор применим непосредственно на асфальтобетонных заводах (АБЗ) [3].

Литература

1. Васильев, Ю.Е. Межлабораторные совместные оценочные эксперименты по испытанию нефтяного дорожного битума и асфальтобетонных смесей / Ю.Е. Васильев, Е.В. Котлярский, В.И. Кочнев и др. – 2-е изд. перераб. и доп. / под ред. Ю.Е. Васильева. М.: Техполиграфцентр, 2020 – 258 с.
2. Васильев Ю.Е., Менькина Ю.О., Кочнев В.И., Сарычев И.Ю. Причины преднамеренного искажения результатов в лаборатории дорожно-строительных материалов и их устранение /Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. М. МАДИ. 2020. С.42-52.
3. Васильев Ю.Е., Илюхин В.В., Степанищев А.Д. Оценка свойств битумов на приборе для экспресс-анализа нефтепродуктов. Интернет-журнал «Научные исследования». Выпуск 5 (24), сентябрь – октябрь 2014. С. 1-14. http://naukovedenie.ru.
4. Selvam, M., Debbarma, S., Singh, S., et al. Utilization of alternative aggregates for roller compacted concrete pavements: a state-of-the-art review // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 317, 125838. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125838.
5. Ibrahim, M., Alimi, W., Assaggaf, R., et al. An overview of factors influencing the properties of concrete incorporating construction and demolition waste. Construction and Building Materials. 2023. Vol. 367, 130307. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130307.
6. Ramesh, A., Ramayya, V.V., Swojanya, P., et al. Synergistic enhancement of bituminous concrete mixture performance with polypropylene granule modified binder and rice husk ash as mineral filler substitute // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)/ 2025. Vol. 12 (6), pp. 1715–1733. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2024.12.005.
7. Hui, Y., Zhang, R., Men, G., et al., 2025. Fly ash for sustainable roads: a comprehensive review on mechanisms and performance optimization //Journal of Road Engineering. 2025. Vol. 5(4), pp. 618—638. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2025.07.001.
8. Verma, A., Velaga, B.S., Arunachalam, S. Performance evaluation of concrete using treated recycled aggregates modified with mineral admixtures: influence of processing // European Journal of Environmental and Civil Engineering. 2023. Vol. 27 (3), pp. 1010—1039.
9. Cai, L., Zhang, P. Current situation and suggestions for the resource utilization of construction waste in China // Energy Conservation & Environmental Protection. 2024. Vol. 7, pp. 59—65.
10. Deng, Q., Zhang, R., Liu, C., et al. Influence of fiber properties on abrasion resistance of recycled aggregate concrete: length, volume fraction, and types of fibers //Construction and Building Materials. 2023. Vol. 362, 129750. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129750.
11. Goliya, R.K., Babu, V.S. Performance evaluation of concrete made with double-processed recycled aggregate (DPRA): mechanical grinding and silica fume impregnation technique //Journal of Material Cycles and Waste Management. 2023. Vol. 25 (2), pp. 1050—1068.
12. Hajej, Z., Nyoungue, A. C., Abubakar, A. S., & Ali, K. M. An Integrated Model of Production, Maintenance, and Quality Control with Statistical Process Control Chart of a Supply Chain. Applied Sciences. 2021. Vol. 11(9), 4192.
13. Lal Chauhan, B., Jail Singh, G. Sustainable development of recycled concrete aggregate through optimized acidmechanical treatment: a simplified approach //Construction and Building Materials. 2023. Vol. 399, 132559. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132559.
14. Liu, Z., Feng, T., Zhu, X., et al. Bird's-eye view of recycled solid wastes in road engineering //Journal of Road Engineering. 2024. Vol. 4 (2), pp. 93—150. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2024.05.002.
15. Liu, Z., Dong, S., Xi, K., 2025. Towards sustainable pavement construction: a review of the degree of blending in hot recycled asphalt

mixture //Journal of Road Engineering. 2025. Vol. 5(3), pp. 427—451. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2025.06.001.

Improving the efficiency of quality control of asphalt concrete mixtures

Nikitaev M.M., Vasilyev Yu.E., Solovyov M.A.

Automobile roads, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)

JEL classification: L61, L74, R53

The article demonstrates the need to implement new methods for assessing the quality of raw materials and finished products at asphalt concrete plants. It highlights the laboratory as a key structural unit that significantly influences product quality by ensuring continuous monitoring—from the acceptance of raw materials to the testing of the final product. The authors propose methods they believe can enhance the effectiveness of quality control in asphalt concrete production and provide a brief description of these methods. The authors consider the rapid test method to be the most attractive, as it is expected to ensure the required accuracy of test results, provided the quality of the asphalt concrete mixtures is optimal. The second method involves taking replicate samples that are retained by the client, allowing for re-testing if necessary. The third method consists of inter-laboratory comparative testing; this involves comparing the arithmetic mean and standard deviation obtained at the asphalt plant's laboratory with data from other participants using the same instruments and methods.

Keywords: quality control, laboratory, bitumen, asphalt concrete plant, express method, control sample, interlaboratory comparative tests.

References

1. Vasiliev, Yu.E. Interlaboratory joint evaluation experiments on testing petroleum road bitumen and asphalt concrete mixtures / Yu.E. Vasiliev, E.V. Kotlyarsky, V.I. Kochnev et al. – 2nd ed. reprint. and additional / edited by Yu.E. Vasiliev. M.: Techpoligraftsentr, 2020 – 258 p.
2. Vasiliev, Yu.E., Menkina, U.O., Kochnev, V.I., Sarychev, I.Yu. The reasons for deliberate distortions of results in the laboratory of road-building materials and their elimination /Collection of articles and reports of the annual scientific session of the Association of Asphalt Concrete Researchers. M. MADI. 2020. –pp.42-52.
3. Vasiliev, Yu.E. Ilyukhin, V.V., Stepanishchev, A.D. Evaluation of bitumen properties on a device for express analysis of petroleum products. Online journal "Science Studies". Issue 5 (24), September – October 2014. pp. 1-14. http://naukovedenie.ru.
4. Selvam, M., Debbarma, S., Singh, S., et al. Utilization of alternative aggregates for roller compacted concrete pavements: a state-of-the-art review // Construction and Building Materials. 2022. Vol. 317, 125838. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125838.
5. Ibrahim, M., Alimi, W., Assaggaf, R., et al. An overview of factors influencing the properties of concrete incorporating construction and demolition waste. Construction and Building Materials. 2023. Vol. 367, 130307. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130307.
6. Ramesh, A., Ramayya, V.V., Swojanya, P., et al. Synergistic enhancement of bituminous concrete mixture performance with polypropylene granule modified binder and rice husk ash as mineral filler substitute // Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition). 2025. Vol. 12 (6), pp. 1715–1733. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2024.12.005.
7. Hui, Y., Zhang, R., Men, G., et al., 2025. Fly ash for sustainable roads: a comprehensive review on mechanisms and performance optimization //Journal of Road Engineering. 2025. Vol. 5(4), pp. 618—638. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2025.07.001.
8. Verma, A., Velaga, B.S., Arunachalam, S. Performance evaluation of concrete using treated recycled aggregates modified with mineral admixtures: influence of processing // European Journal of Environmental and Civil Engineering. 2023. Vol. 27 (3), pp. 1010—1039.
9. Cai, L., Zhang, P. Current situation and suggestions for the resource utilization of construction waste in China // Energy Conservation & Environmental Protection. 2024. Vol. 7, pp. 59—65.
10. Deng, Q., Zhang, R., Liu, C., et al. Influence of fiber properties on abrasion resistance of recycled aggregate concrete: length, volume fraction, and types of fibers //Construction and Building Materials. 2023. Vol. 362, 129750. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129750.
11. Goliya, R.K., Babu, V.S. Performance evaluation of concrete made with double-processed recycled aggregate (DPRA): mechanical grinding and silica fume impregnation technique //Journal of Material Cycles and Waste Management. 2023. Vol. 25 (2), pp. 1050—1068.
12. Hajej, Z., Nyoungue, A. C., Abubakar, A. S., & Ali, K. M. An Integrated Model of Production, Maintenance, and Quality Control with Statistical Process Control Chart of a Supply Chain. Applied Sciences. 2021. Vol. 11(9), 4192.
13. Lal Chauhan, B., Jail Singh, G. Sustainable development of recycled concrete aggregate through optimized acidmechanical treatment: a simplified approach //Construction and Building Materials. 2023. Vol. 399, 132559. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132559.
14. Liu, Z., Feng, T., Zhu, X., et al. Bird's-eye view of recycled solid wastes in road engineering //Journal of Road Engineering. 2024. Vol. 4 (2), pp. 93—150. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2024.05.002.
15. Liu, Z., Dong, S., Xi, K., 2025. Towards sustainable pavement construction: a review of the degree of blending in hot recycled asphalt mixture //Journal of Road Engineering. 2025. Vol. 5(3), pp. 427—451. https://doi.org/10.1016/j.jreng.2025.06.001.

Композиционные принципы модернизации фасадов многоквартирных жилых домов индустриального домостроения 1970-х гг.

Рощин Максим Константинович
аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), roshchin_maksim@mail.ru

В статье рассматриваются композиционные принципы модернизации фасадов многоквартирных жилых домов индустриального домостроения 1970-х гг., составляющих значительную часть сложившегося жилищного фонда крупных российских городов. Актуальность темы обусловлена тем, что обновление данного фонда в большинстве случаев реализуется в логике капитального ремонта и повышения энергоэффективности, тогда как архитектурно-композиционная организация фасадов и их роль в формировании городской среды остаются недостаточно разработанными. Цель исследования заключается в выявлении и систематизации принципов, обеспечивающих архитектурно обоснованную модернизацию фасадов типовых домов без утраты их типологической идентичности. Методическую основу составили типологический, морфологический, графоаналитический и сравнительный методы, а также анализ фасадного восприятия на различных дистанциях. В результате установлено, что эффективная модернизация должна опираться на выявление модульного порядка фасада, иерархизацию масштабных уровней, композиционную артикуляцию секций, пластическое усложнение фасадной плоскости, акцентирование первого этажа и входных узлов, разработку торцов и завершения здания, подчиненную колористику, материально-фактурную дифференциацию и контекстуальную согласованность.

Ключевые слова: индустриальное жилье, фасадная модернизация, композиция фасада, панельные жилые дома, архитектурный масштаб, городская среда.

Введение

Жилая застройка индустриального периода 1970-х гг. сохраняет определяющее значение в пространственной структуре большинства крупных российских городов. Речь идет не о единичных объектах, а о значительном массиве многоквартирных жилых домов, которые формируют повседневный визуальный фон улиц, магистралей, внутриквартальных пространств и дворов. Именно этот фонд во многом определяет масштаб жилой среды, характер городской периферии, пластическую организацию типовых районов и визуальную идентичность обширных территорий [1]. Вследствие этого его обновление является не только технической и социальной, но и архитектурной задачей.

Современная практика работы с таким фондом ориентирована прежде всего на повышение эксплуатационных характеристик зданий. На первый план выдвигаются вопросы энергоэффективности ограждающих конструкций, устранения физического износа, замены инженерных систем, восстановления межпанельных швов, утепления и новой отделки фасадов [2, 3]. Данные мероприятия объективно необходимы, однако в большинстве случаев они не сопровождаются сопоставимой по глубине архитектурной проработкой. Фасад рассматривается преимущественно как техническая оболочка, подлежащая обновлению, а не как композиционная система, от которой зависит качество восприятия жилой среды.

В результате фасадные работы нередко оказываются отделены от архитектурной логики самого здания. Отделочные слои, цветовые схемы и декоративные включения накладываются на типовую структуру как внешний слой, не уточняя ее ритм, секционность и масштаб. Дом может быть технически обновлен, но при этом сохранить визуальную инертность: его протяженность не получает композиционного членения, входные зоны остаются второстепенными, а связь с кварталом или микрорайоном формируется случайно. В отдельных случаях такая модернизация даже усиливает разобщенность фасада, поскольку добавляет новые графические элементы без опоры на исходную морфологию здания.

При этом типовые жилые дома 1970-х гг. имеют собственную формальную логику. Их фасады строятся на повторяемости секций, модульности конструктивной сетки, ритме проемов, чередовании глухих и остекленных участков, расположении лоджий и лестнично-лифтовых узлов. Эта логика не всегда получила художественно завершенное выражение, но она образует реальную морфологическую основу здания. Поэтому модернизация должна не маскировать типовую природу дома внешними декоративными средствами, а выявлять и переорганизовывать уже существующий структурный порядок.

Материалы и методы исследования

В качестве основного массива рассматривались многосекционные панельные дома серий II-49, II-57, 1-515/9М, 1605-АМ/9, П-49 и близкие к ним по композиционной организации типы [4]. Выбор этой группы объектов связан с их распространенностью, морфологической сопоставимостью и актуальностью для современных программ капитального ремонта и фасадной санации.

Результаты исследования

Архитектурный облик многоквартирного индустриального жилья 1970-х гг. определялся совокупностью технологических, экономических и градостроительных факторов. Индустриализация строительства ориентировала проектирование на унификацию конструктивных элементов, сокращение номенклатуры деталей, типизацию планировочных решений и укрупнение строительного процесса. Эти условия непосредственно отразились на фасадной композиции.

Морфология фасадов индустриального жилья 1970-х гг. складывается из нескольких взаимосвязанных признаков. В ее основе лежит модульная сетка, заданная конструктивным шагом, повторяемостью оконных проемов, простенков, лоджий и межэтажных членений. Эта регулярность часто воспринимается как однообразие, однако для проектировщика она представляет собой не только ограничение, но и исходный материал для композиционной работы [5].

Важную роль играет секционная организация дома. Секция связывает планировочную структуру с фасадной: она задает повторяющийся блок окон, лоджий, лестнично-лифтовых узлов и глухих участков. В типовых проектах этот уровень членения выражен не всегда отчетливо, из-

за чего протяженный корпус может восприниматься либо как бесконечный ряд одинаковых ячеек, либо как крупная недифференцированная плоскость.

Для линейных многосекционных домов особенно значима протяженность фасада. Такой корпус редко воспринимается как единый фронтальный «кадр»; он раскрывается в движении, при смене ракурсов и дистанций. Поэтому при модернизации важны не только цвет или материал, но и ритм, интервальность, соотношение активных и нейтральных участков.

Дополнительную сложность создает малая пластическая глубина фасадов. Неглубокие откосы, слабо выраженные швы, нейтральные цоколь и завершение делают плоскость зависимой от освещения и усиливают ощущение монотонности. Эта проблема становится особенно заметной после утепления, когда новый отделочный слой может окончательно сгладить остаточную пластику.

Отдельного внимания требуют нижний ярус, торцы и верхняя линия здания. Первый этаж связывает дом с человеком и дворовым пространством, однако в типовых решениях входы часто обозначены минимально. Торцы, напротив, активно участвуют в восприятии микрорайона, формируют перспективные замыкания и дальние ориентиры, но нередко остаются композиционно неразработанными. Верхнее завершение во многих случаях также решено нейтрально, из-за чего объем воспринимается как недостаточно завершенный.

Поэтому фасад индустриального жилого дома 1970-х гг. следует рассматривать не как случайное повторение однотипных элементов, а как жестко организованную, хотя и не всегда художественно раскрытую систему. Потенциал модернизации связан не с внешним украшением этой системы, а с более точным выявлением ее ритма, масштаба и структурных связей.

В современной практике фасадного обновления чаще всего проявляются несколько взаимосвязанных дефицитов. Техническая санация нередко подменяет архитектурную модернизацию: проект сосредоточен на утеплении, ремонте стыков и новой отделке, тогда как композиционная логика фасада формируется постфактум или сводится к цветовой схеме. В результате здание обновляется физически, но не всегда получает новую архитектурную организацию.

Наиболее заметное следствие такого подхода — случайная колористическая активизация. Яркие полосы, диагонали, контрастные вставки и крупные графические фрагменты могут создавать эффект новизны, но не помогают прочитать структуру здания, если они не связаны с секцией, конструктивным шагом и ритмом проемов. В таких случаях фасад становится более дробным, а его масштабная иерархия ослабевает.

Еще одна проблема возникает при утеплении. Тонкослойные фасадные системы способны сгладить остаточную пластику типового дома: исчезают теневые различия, фактурные переходы и глубина откосов [2]. Без специальных композиционных мер здание после ремонта может выглядеть более плоским, чем до него.

Слабым местом остаются входные группы, первые этажи, торцы и верхнее завершение. Именно эти зоны определяют восприятие здания с близкой дистанции и в городской перспективе, однако при ремонте основные усилия часто сосредоточены на главной плоскости фасада. В результате даже аккуратно обновленный дом не всегда начинает работать как полноценный элемент жилой среды.

Наконец, многие решения принимаются локально — для одного корпуса или отдельного фасада — без учета соседних домов, дворового пространства и композиции микрорайона. Поэтому модернизация может выглядеть качественной в пределах одного объекта, но не складываться в целостную средовую стратегию.

Это показывает, что фасадная модернизация не может ограничиваться набором частных приемов. Она требует системы композиционных решений, связанных с морфологией здания, масштабом восприятия и положением дома в городской среде (рис. 1).

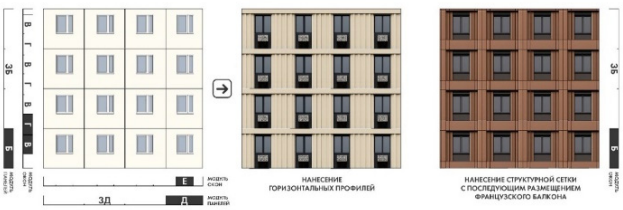


Рис. 1 Модернизация фасадов путем применения композиционных принципов

Работа с модульной и секционной основой фасада. Архитектурная модернизация типового дома должна начинаться с анализа его модульной основы. В фасадах индустриального жилья 1970-х гг. композиционный каркас задается шагом конструктивных элементов, повторяемостью оконных проемов, расположением лоджий, лестнично-лифтовых узлов и межсекционных границ. Этот порядок не всегда выражен художественно, но именно он определяет пределы допустимого вмешательства.

Новые элементы фасада — цветовые границы, швы отделки, экраны лоджий, накладные панели, порталы входов, вертикальные акценты — должны соотноситься с реальной геометрией здания. Когда декоративный рисунок накладывается на фасад независимо от его структуры, возникает конфликт между визуальной схемой и конструктивной логикой дома. Поэтому модернизация не должна скрывать типовую природу здания; ее задача — сделать эту природу более читаемой.

Особое значение имеет секция как промежуточный масштаб между квартирной ячейкой и объемом всего корпуса. Если секционная структура не выявлена, протяженный фасад превращается либо в однообразный ряд окон, либо в недифференцированную плоскость. Артикуляция секций может достигаться за счет ритма вертикалей, группировки лоджий, выделения лестничных узлов, различения крайних и срединных фрагментов. При этом секция не должна становиться самостоятельным «домом»: ее выразительность должна оставаться подчиненной целостности корпуса.

Повторяемость элементов в такой архитектуре не следует рассматривать как недостаток сама по себе. Проблему создает не повтор, а отсутствие ритмической организации. Окна, лоджии, межсекционные стыки и лестничные клетки могут формировать устойчивый фасадный порядок, если их чередование становится закономерным и читаемым. Поэтому попытки «оживить» фасад случайным разнообразием обычно менее продуктивны, чем точная работа с существующим ритмом.

Масштаб, пластика и соподчинение фасадных зон. Для фасадов многосекционных домов особенно важна иерархия масштаба [6]. Архитектурное качество определяется не только формой отдельного элемента, но и тем, насколько ясно соотносятся между собой объем здания в целом, секция, фасадная ячейка и детали, воспринимаемые человеком вблизи.

При отсутствии промежуточных уровней различения здание либо распадается на сумму одинаковых окон, либо воспринимается как чрезмерно крупная масса. Поэтому модернизация должна формировать несколько уровней восприятия: на дальней дистанции работают силуэт, крупные цветотональные массы и соотношение торцов с главной плоскостью; на средней — границы секций, группы лоджий, вертикальные и горизонтальные ритмы; на ближней — входы, фактура, откосы, освещение, ограждения и элементы благоустройства.

Одной из причин монотонности типовых фасадов является малая пластическая глубина. Эту проблему нельзя решать только цветом: фасаду необходимы тень, фактурные переходы, более ясные контуры и различение планов. Этого можно достичь за счет углубленных откосов, теневых швов, рамочного объединения оконных групп, экранов лоджий, порталов входов и локального изменения материала.

Пластическое усложнение должно быть умеренным. Оно не должно превращать типовой дом в объект с чуждой ему декоративной оболочкой. Более убедительны решения, в которых новая пластика уточняет уже имеющиеся отношения: выделяет секции, усиливает нижний ярус, подчеркивает входы, торцы или вертикали коммуникационных узлов.

Важно различать главные и второстепенные зоны фасада. Основная плоскость может оставаться спокойной, если на ее фоне ясно работают входы, торцы, секционные границы или лестничные вертикали. Попытка сделать активными все участки одновременно приводит к визуальному шуму и разрушает композиционный центр.

Нижний ярус, торцы и завершение объема. Первый этаж и входные группы формируют главный уровень непосредственного контакта между зданием и человеком [7]. Для типовых домов 1970-х гг. именно здесь сосредоточен один из наиболее заметных композиционных дефицитов: входы минимально обозначены, цокольная часть не имеет устойчивого архитектурного статуса, а граница между внешним пространством и жилым объемом остается недостаточно выраженной.

Модернизация должна усиливать нижнюю зону дома. Это может достигаться за счет навесов, порталов, ниш, локального изменения материала, продуманного освещения, адресных и навигационных элементов, а также связи фасада с благоустройством прилегающей территории [8]. Вход должен быть не только функционально различимым, но и композиционно значимым элементом фасада.

Первый этаж целесообразно трактовать как основание объема. Его материально-фактурное решение может быть более плотным и тактиль-

ным по сравнению с основными плоскостями фасада. Такая дифференциация усиливает человеческий масштаб и формирует ощущение устойчивости здания.

В реальной городской среде индустриальный жилой дом воспринимается не только фронтально, но и под углом, в перспективе, в движении. Поэтому торцы, углы и верхнее завершение должны быть включены в общую фасадную концепцию. Торец может работать как крупный ориентир в жилой группе [1], как стабилизирующий элемент протяженного объема или как фон для локального акцента. Верхняя линия здания, даже без развитого карниза, нуждается в композиционно оправданной границе: парапетном поясе, выделении последнего яруса, изменении ритма верхних элементов или более четкой линии кровельного завершения.

Цвет и материал как средства уточнения композиции. Цвет в модернизации индустриального фасада должен быть производным от композиции, а не заменять ее. Ошибка многих решений состоит в том, что именно цвету поручается задача преодоления монотонности. В результате фасад получает внешнюю активность, но не приобретает внутреннего порядка.

Цветовые различия должны фиксировать реальные композиционные отношения: границы секций, роль входов, различие основания и основной плоскости, значение торцов и вертикальных акцентов. Палитра должна быть ограниченной и иерархически организованной. Для массовой жилой застройки более устойчивы решения, основанные на спокойном фоне, нескольких сближенных тонах и локальных акцентах. При этом цветовое решение следует оценивать не изолированно, а в связи с естественным освещением, сезонной изменчивостью озеленения, цветом соседней застройки и характером дворовых пространств.

Материально-фактурная дифференциация также должна быть подчинена общей композиционной системе. Более плотные и тактильно выраженные материалы оправданы в зоне цоколя, входов и фрагментов, связанных с непосредственным контактом человека. Основные плоскости фасада могут иметь более спокойную фактуру. Лоджии, торцы и вертикальные акценты могут отличаться текстурой, но при сохранении общей колористической гармонии.

Здесь особенно важна мера. Избыточное разнообразие материалов разрушает целостность типового дома и усложняет его эксплуатацию. Поэтому фактурная стратегия должна опираться на ограниченный набор решений, связанных с композиционными ролями отдельных частей фасада.

Связь с городской средой и условия реализации. Модернизация фасада отдельного дома не может рассматриваться вне его положения в структуре двора, улицы, жилой группы или микрорайона. Для индустриального жилья это особенно важно, поскольку такие здания изначально проектировались как элементы серийной застройки и воспринимаются в составе более крупной пространственной системы [9].

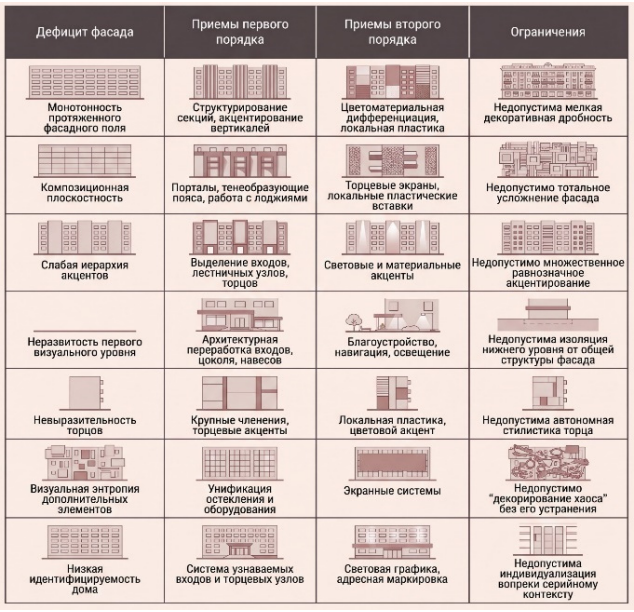


Рис. 2. Матричное представление приоритетных приемов модернизации фасадов

Контекстуальная согласованность не означает стирания различий между домами. Речь идет об ансамблевой логике, при которой отдельные фасады могут отличаться, но сохраняют общие правила: согласованную палитру, близкую трактовку входных узлов, сопоставимую работу с торцами, единый подход к освещению и благоустройству. Для кварталов с неодновременной модернизацией особенно важны такие правила, которые допускают вариативность, но не разрушают целостность жилой группы.

Обновление существующего фонда обычно осуществляется поэтапно. Ограниченность финансирования, особенности программ капитального ремонта и различие сроков выполнения работ по отдельным корпусам делают невозможной одновременную реализацию всех мероприятий. Поэтому композиционную концепцию следует сразу проектировать с учетом фазового выполнения работ.

Каждый этап — обновление входов, ремонт торцов, реконструкция лоджий, переустройство основных фасадных плоскостей — должен оставаться частью единой системы. Даже частично реализованный проект не должен выглядеть как случайный набор разнородных вмешательств. Для этого необходим устойчивый композиционный каркас, сохраняющий целостность при поэтапном внедрении и последующих изменениях.

Практическое использование сформулированных принципов требует последовательной проектной процедуры, соединяющей аналитическую, композиционную и техническую составляющие (рис. 2).

При применении данного алгоритма модернизация фасада перестает быть суммой частных мер и приобретает характер последовательного архитектурного проектирования.

Заключение

Модернизация фасадов индустриального жилья 1970-х гг. не сводится к выбору отделочной системы или декоративной схемы. В ее основе лежит вопрос о том, каким образом существующая типовая структура может быть переосмыслена средствами современной архитектурной композиции.

В практике обновления можно выделить две крайности, которые не дают устойчивого архитектурного результата. С одной стороны, это минимальное вмешательство, при котором фасад сохраняет исходную композиционную инертность. С другой стороны, это декоративное перекрытие типовой структуры внешним графическим или стилистическим слоем. В обоих случаях не решается главная задача — повышение качества жилой среды через работу с реальной морфологией здания.

Предложенный подход ориентирован на выявление и развитие внутренней логики типового дома. Он позволяет сохранить типологическую идентичность здания, опереться на реальные конструктивные и планировочные закономерности, а также создать композиционную систему, пригодную для повторного применения в пределах одной серии или группы сопоставимых объектов.

Важен и градостроительный аспект. Индустриальное жилье 1970-х гг. формирует среду не единичными зданиями, а совокупностью повторяющихся корпусов. Поэтому модернизация одного дома может рассматриваться как модель для преобразования жилой группы. В этом смысле композиционные принципы приобретают значение не только фасадной, но и средовой стратегии.

Настоящее исследование сосредоточено на композиционной стороне фасадной модернизации. Экономические, организационные и конструктивно-технологические вопросы требуют отдельного рассмотрения. Однако именно композиционный компонент в современной практике часто остается недостаточно разработанным, что подтверждает важность выбранного направления исследования.

Таким образом, обновление фасадов индустриального жилья следует рассматривать как самостоятельную архитектурную задачу, направленную на повышение выразительности, читаемости и средовой ценности массовой жилой застройки при сохранении ее типологической определенности.

Литература

1. Линч К. Образ города. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
4. Броновицкая А.Ю., Малинин Н.В. Москва: архитектура советского модернизма. 1955–1991. М.: Музей современного искусства «Гараж», 2016. 320 с.
5. Степанов А. В., Мальгин В.И. , Иванова Г.И. Объёмно-пространственная композиция. 3-е изд. Москва: Архитектура-С, 2007. 254 с.
6. Иконников А. В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве. М.: КомКнига, 2006. 352 с.
7. Гейл Я. Города для людей. М.: Альпина Паблишер, 2012. 276 с.

8. Александер К., Исикава С., Силверстайн М. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. — М.: Студия Артемия Лебедева, 2014. 1096 с.

9. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. М.: Стройиздат, 1984. 256 с.

Compositional principles of modernization of facades of multi-apartment residential buildings of industrial housing construction of the 1970s.

Roshchin M.K.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the compositional principles of facade modernization of multi-apartment residential buildings of industrial housing construction of the 1970s, which still constitute a significant part of the housing stock of large Russian cities. The relevance of the topic is determined by the fact that renovation of this stock is usually carried out within the logic of capital repair and energy retrofitting, while the architectural and compositional organization of facades and their role in shaping the urban environment remain insufficiently elaborated. The purpose of the study is to identify and systematize principles that ensure architecturally grounded modernization of facades of typical residential buildings without loss of their typological identity. The methodological framework includes typological, morphological, graphic-analytical and comparative methods, as well as analysis of facade perception from different viewing distances. The study demonstrates that effective modernization should be based on revealing the modular order of the facade, hierarchizing scale levels, compositional articulation of sections, plastic enrichment of the facade plane, accentuation of the ground floor and entrances, development of end walls and roofline, subordinate color strategy, material and texture differentiation, and contextual coordination.

Keywords: industrial housing, facade modernization, facade composition, panel residential buildings, architectural scale, urban environment.

References

1. Lynch K. Image of the city. M.: Stroyizdat, 1982. 328 p.
2. SP 50.13330.2012. Thermal protection of buildings. Updated version of SNiP 02/23/2003.
3. Federal Law of November 23, 2009 No. 261-FZ “On energy saving and increasing energy efficiency and on introducing amendments to certain legislative acts of the Russian Federation.”
4. Bronovitskaya A.Yu., Malinin N.V. Moscow: architecture of Soviet modernism. 1955–1991. M.: Garage Museum of Contemporary Art, 2016. 320 p.
5. Stepanov A.V., Malgin V.I. , Ivanova G.I. Volumetric spatial composition. 3rd ed. Moscow: Architecture S, 2007. 254 p.
6. Ikonnikov A.V. Space and form in architecture and urban planning. M.: KomKniga, 2006. 352 p.
7. Gayle Ya. Cities for people. M.: Alpina Publisher, 2012. 276 p.
8. Alexander K., Ishikawa S., Silverstein M. Template language. Cities. Buildings. Construction. - M.: Artemy Lebedev Studio, 2014. 1096 p.
9. Gutnov A.E. The evolution of urban planning. M.: Stroyizdat, 1984. 256 p.

Факторы, приводящие к перерасходу средств в строительных проектах в Сирии: аналитическое исследование

Алжиндэ Жана
Аспирант, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН), gana.aljendy@mail.com

Абу Махади Мохаммед Ибрахим
кандидат технических наук, доцент, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН), abu-makhadi-mi@rudn.ru

Строительные проекты в Сирии сталкиваются с серьезными расхождениями между запланированным бюджетом и фактически реализованным бюджетом из-за множества взаимосвязанных и перекрывающихся причин. Цель данного исследования — проанализировать и сгруппировать ошибки проектирования и выполнения, которые приводят к расхождениям в затратах строительных проектов в Сирии, и определить основные из них. Для достижения целей исследования был использован смешанный подход, включающий как качественный, так и количественный анализ. Качественный анализ проводился на основе реальных примеров строительных проектов в Сирии, а количественный анализ — с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием программного обеспечения SPSS. Ошибки проектирования были сгруппированы в восемь категорий, включая ошибки, связанные с неадекватным планированием, ошибки несоответствия стандартам, конструктивные ошибки, архитектурные ошибки, ошибки в механических, электрических системах, и ошибки в сантехнике, а также ошибки, связанные с игнорированием эстетики здания.
Ключевые слова: Управление затратами, отклонения в затратах, строительные проекты, факторы проектирования, факторы реализации.

Введение

Строительная отрасль является одним из важнейших секторов экономики любой страны и основным двигателем развития других отраслей, а также связана со многими другими секторами экономики. Цель строительства здания создание объекта, отвечающего функциональным требованиям с точки зрения качества, затрат и сроков. Однако большинство строительных проектов сталкиваются с перерасходом средств на этапе строительства, что часто приводит к тому, что затраты оказывается выше, чем предполагалось на этапе заключения контракта. [11]

Сирийский строительный сектор сталкивается с серьезными проблемами, включая рост затрат проектов и перерасход бюджета. Сирия находится в середине масштабной фазы восстановления, затраты которой, по оценкам ООН, превышает 400 миллиардов долларов. Наибольшая доля приходится на жилищный сектор (более 50%), поскольку стране необходимо построить более 1,5 миллиона жилых единиц (UNDP, 2023). Любое повышение точности оценки затрат жилищных проектов позволило бы сэкономить миллиарды долларов, которые были бы потрачены впустую. [1]

Ситуацию усугубляет экономическая ситуация в Сирии, включающая дефицит бюджета, высокую инфляцию, снижение доходов от импорта, торговый дефицит и разрушение инфраструктуры. Эта ситуация негативно сказалась на строительном секторе. Государственные субсидии значительно сократились, а сирийский фунт значительно обесценился по отношению к доллару США в период с 2010 по 2020 год. Это, в свою очередь, привело к росту цен на импортные материалы, снижению реальной затрат заработной платы и значительному росту инфляции. [1]

Рис.1. Курс сирийского фунта к доллару по данным Центрального банка и черного рынка [1]

Несмотря на важность этой проблемы, большинство исследований в сирийском контексте носили качественный или описательный характер, не предоставляя количественного анализа факторов, влияющих на отклонения в затратах. Поэтому основная цель данного исследования — выявить основные причины перерасхода средств в строительных проектах путем обзора предыдущих исследований, проведения интервью с экспертами и специалистами в области строительства и последующего количественного анализа данных, данное исследование является частью более масштабного проекта, направленного на разработку комплексной методологии управления затратами на строительные проекты в Сирии с использованием информационного моделирования зданий (BIM).

1. Проблема исследования:

Перерасход средств на строительство считается одной из главных проблем в сирийской строительной отрасли. Тем не менее, в большинстве случаев предыдущие исследования были сосредоточены лишь на характеристике общего состояния строительной отрасли или изучении причин перерасхода средств, не рассматривая факторы, которые могли бы быть более важными для понимания реальных причин. В такой ситуации становится крайне важным провести анализ факторов, вызывающих перерасход средств, и разработать рекомендации для практического применения.

2. Методология:

2.1. Сбор и анализ данных:

Для проведения анализа отклонений затрат в строительных проектах процесс сбора данных в данном исследовании включал анализ отклонений затрат с использованием количественных данных, извлеченных из официальных документов, и качественных данных, собранных путем наблюдений и интервью с инженерами.

Исследование охватывало несколько строительных проектов государственного сектора. Информация об этих проектах была получена путем интервью с основными отделами компаний и связанных с ними организаций, а также путем анализа их документации. Общая выборка состояла из 38 проектов, выбранных из тех проектов, которые были реализованы ранее и для которых имелись достаточные данные о плановых и фактических затратах. Были собраны следующие количественные данные:

- Основные данные проекта: Название проекта, тип проекта (административный, образовательный, жилой), размер проекта (малый, средний, крупный), затрат контракта, срок действия контракта.
- Данные об изменениях и задержках: Сумма отклонений, количество дней задержки, количество изменений в заказе.
- Подробный анализ отклонений: Анализ отклонений в зависимости от типа работ (конструкционные, архитектурные, санитарные, электротехнические, механические).

Изученные проекты были распределены по типам следующим образом:

Образовательные проекты: школы составляли самый большой сегмент, за ними следовало небольшое количество университетских зданий, Жилые проекты: Многоквартирные дома, предназначенные в основном для проживания, небольшое количество студенческих общежитий, и административные проекты: Здания с преобладанием офисных помещений, например, правительственные административные учреждения.

2.2. В исследовании использовалась смешанная методология, которая сочетала в себе:

А. **Качественный подход:** документирование и классификация ошибок проектирования и реализации путем анализа реальных примеров проектов, в которых были допущены подобные ошибки.

Описание кейса 1: Было проведено полное структурное исследование здания, при этом арматурная сталь была детально проработана для всех элементов с использованием программного обеспечения информационного моделирования зданий (BIM). Строительство началось с выполнения плиты первого этажа в соответствии с изученными конструктивными планами. Арматурная сталь для плиты первого этажа была нарезана в соответствии с планами, что привело к большим потерям нарезанной стали. При выполнении плиты второго этажа стало ясно, что потери стали будут большими и чрезмерными. Чтобы найти альтернативное решение для использования избыточной стали, были проведены дополнительные операции стыковки в зонах малых моментов, чтобы избежать ненужных потерь нарезанной стали и перерасхода средств.

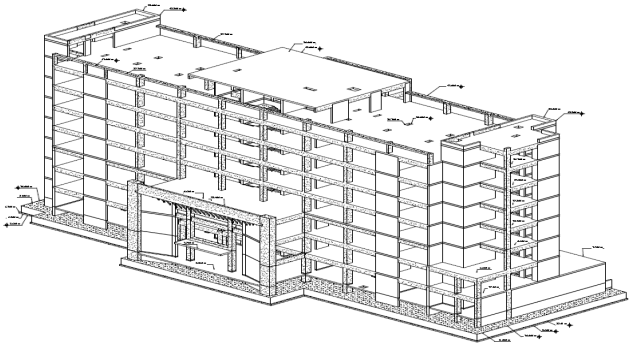


Рис.2. Каркас здания

Описание кейса 2: Конструктивно-архитектурное исследование здания проводилось с использованием программного обеспечения BIM. После завершения санитарно-технического и электротехнического проектирования была обнаружена ошибка в проекте, возникшая из-за недостаточной координации между инженерами-сантехниками и электриками. Уровни электрооборудования оказались ниже уровней противопожарных спринклеров, что привело бы к отключению всей системы. Если бы все члены команды сотрудничали с самого начала, любые изменения или ошибки можно было бы обнаружить непосредственно на этапе проектирования, до начала реализации, что предотвратило бы остановку работ, повторное проведение исследования и, как следствие, потерю времени и средств.

Описание кейса 3: Проект был изучен с архитектурной точки зрения традиционным методом, а структурное проектирование проводилось с использованием программного обеспечения BIM. В процессе реализации выяснилось, что высота лестницы была неправильной и недостаточной для прохода людей после ее постройки и усиления. В результате этой ошибки лестница была демонтирована, архитектурные и структурные исследования были скорректированы, и она была перестроена. Это привело к значительным потерям материалов и арматурной стали, к потере времени и большим затратам на демонтаж, перепроектирование и реконструкцию.

Описание кейса 4: Проект был разработан традиционным архитектурным методом, а конструктивное проектирование проводилось с использованием программного обеспечения BIM. Санитарная документация не была разработана инженером-сантехником и была отложена на более поздний срок. В ходе реализации проекта, при прокладке сантехнических труб, стало ясно, что трубы будут значительно проникать в балки, что ослабляет несущую способность сооружения, поскольку при прокладке трубы через балку необходимо провести детальное исследование, специально касающееся отверстия и армирования вокруг него, чтобы это не повлияло на конструктивную безопасность сооружения. В результате, после заливки бетона архитектор внес некоторые изменения в конструкцию, и конструктивное и сантехническое проектирование сооружения было проведено заново.

Описание кейса 5: После завершения технико-экономического обоснования строительства без включения специального пункта об изучении препятствий на строительной площадке и начале работ, в процессе земляных работ был поврежден основной водопровод, снабжающий жизненно важный объект. Это произошло не по вине владельца, поскольку прокладка водопроводных линий на частных землях запрещена, а линии должны прокладываться по улицам. В результате владелец перенес линию за свой счет, чтобы избежать других проблем. Поэтому с самого начала и на протяжении всего исследования необходимо включить специальный пункт об изучении препятствий на строительной площадке, чтобы избежать дополнительных затрат в случае возникновения каких-либо препятствий.

Описание кейса 6: После завершения проектирования инженеры внесли некоторые изменения. Добавление технических этажей увеличило нагрузку примерно до 1 тонны, что потребовало усиления некоторых плит. Это привело к запросу на увеличение высоты этажей до 4 метров, казалось бы, незначительной корректировки. Инженерная команда приступила к работе и обнаружила, что увеличение высоты этажей увеличивает не только вертикальное расстояние (количество ступеней), но и горизонтальное расстояние (ширина площадки и лестничной площадки).

Конструктивный проект претерпел 100% изменений (коррекция высоты и нагрузок стен и перекрытий), а также архитектурный проект. Это связано с тем, что увеличение высоты этажей не только добавляет больше ступеней и вертикального расстояния, но и расширяет планировку и изменяет общую функциональность здания.

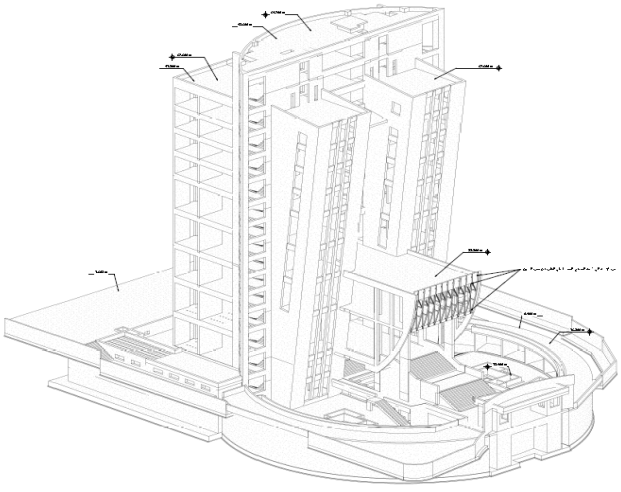


Рис.4. Каркас здания

Описание кейса 7: Перед началом проекта и после завершения проектной документации заказчик изучил планы. После того, как инженер завершил разработку планов канализационной сети, стало ясно, что канализационные трубы значительно проходят сквозь балки, и для их удлинения требуется дополнительный световой люк. В результате внесения изменений и добавления светового люка в здание возникла необходимость переделать конструктивное проектирование всех элементов и внести дополнительные корректировки в архитектурное проектирование. Эта ошибка произошла из-за того, что инженеры-электрики и инженеры-сантехники не начали работу с самого начала совместно с архитек-

турно-строительной командой, что привело к отсутствию ясности в концепции проекта, необходимости внесения изменений в конструктивное проектирование и перерасчетов для всего объекта, а также к потере времени на переделку проекта не менее чем на 40%, помимо нарушения другой работы инженеров.

Описание кейса 8: Проект был полностью изучен с использованием методологии BIM, но в результате того, что инженер не провел достаточного бурения для определения типа грунта и определил его как каменистый, данные геотехнические отчеты считаются неверными. В связи с наличием подвала в здании ожидается наличие грунтовых вод. Поэтому перед завершением исследования проекта было запрошено повторное определение типа грунта и проведение достаточного бурения за дополнительную плату в размере 3-4 миллионов сирийских фунтов. В результате: после проведения достаточного бурения и изучения типа грунта было установлено, что на глубине 12 метров находится глинистый слой, простирающийся до каменистого слоя, с наличием грунтовых вод. Строительство здания невозможно без свай на глубине 8 метров и подвала на глубине 4 метров до достижения грунта, пригодного для фундамента.

Описание кейса 9: Проектное исследование должно было быть представлено в определенные сроки до его завершения. Дороги вокруг здания были извилистыми, гористыми, и на планах отсутствовали четко определенные отметки высот. Однако в ходе исследования один из инженеров отметил несколько моментов в планах перед их представлением на реализацию: (Строительство здания не должно начинаться до определения отметок высот дорог, прилегающих к проекту, и консультации с первоначальным инженером; строительство не должно начинаться до составления полного топографического плана всего участка, включая объемы земляных работ и обратной засыпки; и подпорная стена, прилегающая к зданию, не должна строиться без консультации с первоначальным инженером и проведения полного исследования подпорной стены). Несмотря на эти замечания, подрядчик проигнорировал их и немедленно приступил к строительству после получения планов. Весь участок был выкопан, и была построена подпорная стена высотой 12 метров. После завершения земляных работ и строительства стены, а также во время работ по закладке фундамента здания, стало очевидно, что фундамент стены будет конфликтовать с фундаментом здания. Несмотря на то, что подрядчика проинформировали о необходимости проведения дополнительных исследований подпорной стены, он не выполнил это требование. В результате все работы были приостановлены, проект был остановлен, а первоначальный инженер был оштрафован за предоставление неполного исследования. Это привело к конкретным проблемам: плохое исполнение планов, недостаток информации, возврат средств и финансовые потери в размере 15%, а также значительные убытки для всех сторон в результате полной остановки реализации проекта.

Б. **Количественный подход:** Для определения статистической значимости различий в средних затратах на отклонения между пятью типами работ (строительство, архитектурные работы, сантехника, электромонтаж и механическое оборудование) был проведен однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с использованием программного обеспечения SPSS.

Зависимой переменной являлись затраты на отклонения, которые рассчитывались как увеличение фактических затрат в столбцах: Дополнительные расходы на строительные, архитектурные, электромонтажные, механические и сантехнические работы, и тип работы являлся независимой переменной (фактором) с пятью уровнями анализа.

Таблица 1
Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Источник дисперсии	Сумма квадратов	Степени свободы (df)	Средние квадраты	F	Уровень значимости (Sig)
Между группами	2.015×10^{15}	4	5.038×10^{14}	6.989	0.000
Внутри групп	5.046×10^{15}	70	7.208×10^{13}		
Итого	7.061×10^{15}	74			

Анализ результатов: Результаты показывают, что значение F = 6,989 при уровне значимости (Sig = 0,000), что значительно меньше 0,05. Существуют статистически значимые различия между средними затратами на изменения для разных типов работ. Следовательно, нулевая гипотеза (отсутствие различий) может быть отклонена, а альтернативная гипотеза может быть принята: тип работ (строительные, архитектурные, сантехнические, электромонтажные, механические) оказывает реальное и значимое влияние на дисперсию затрат проекта.

Таблица 2
Постхоковые сравнения (Tukey HSD)

Вид работы (1)	Вид работы (2)	Разница средних значений (1-2)	Стандартная ошибка	Уровень значимости (Sig)
Санитарные	Конструкционные	11,859,539	3,100,148	**0.003**
Санитарные	Архитектурные	14,036,375	3,100,148	**0.000**
Механические	Архитектурные	9,697,615	3,100,148	**0.021**
Электрические	Архитектурные	9,302,546	3,100,148	**0.030**

Интерпретация результатов апостериорного теста:

Результаты апостериорного теста Тьюки показывают наличие значительных различий между некоторыми видами работ следующим образом:

Сантехнические работы: значительно отличались как от строительных работ ($p = 0,003$), так и от архитектурных работ ($p < 0,05$) со средними значениями разницы 11,86 и 14,04 миллионов денежных единиц соответственно. Наличие этих различий указывает на то, что затраты, связанные с отклонениями при возникновении ошибок в сантехнических работах, выше по сравнению с двумя другими видами работ.

Механические (ОВК) и электротехнические (электромонтажные) работы: значительно отличались от архитектурных работ ($p = 0,021$ и $p = 0,030$ соответственно). Различия между этими двумя видами работ и строительными работами не оказались значимыми на уровне значимости 0,05, И с другой стороны, не было значительных различий между электромонтажными и механическими работами, а также между санитарными, электромонтажными и механическими работами, что подразумевает влияние этих различий.

Статистическое резюме:

Эти результаты подтверждают, что характер работ (конструкционные, архитектурные, сантехнические, электротехнические, механические) является основным и независимым фактором, определяющим величину отклонения затрат и, следовательно, общее отклонение затрат проекта. Это научно обосновывает необходимость применения различных методологий для каждого типа работ при построении моделей прогнозирования и подтверждает необходимость распределения различных механизмов контроля и проектирования для каждой дисциплины в среде BIM.

2.3. После анализа данных по различным проектам факторы, влияющие на отклонение затрат, были классифицированы следующим образом:

А. Факторы проектирования:

Эти факторы связаны с подготовкой планов и спецификаций до начала строительства. Многочисленные исследования показали, что ошибки на этом этапе приводят к дорогостоящим изменениям в процессе строительства. К таким факторам относятся:

Недостатки в исследовании (представленные планы не соответствуют требованиям проекта) : Ошибки в планах застройки и топографических координатах здания, недостатки в генеральных планах, показывающих фасады здания, соседних зданий и дорог, окружающих здание, неправильное планирование в соответствии с геометрическими осями здания, недостатки в геотехнических исследованиях, недостатки в условиях, спецификациях и ценовых документах, недостатки в архитектурных деталях и разрезах элементов, фасадов или других компонентов, недостатки в графиках армирования, необходимых для некоторых элементов, и недостатки в количестве некоторых элементов и видов работ в смете.

Ошибки, связанные с несоответствием (конструкция не соответствует местным и международным стандартам) : Основание не соответствует отчетам по механике грунтов, тип бетона, используемого для конструктивных элементов, не соответствует стандартам, не соблюдены конкретные требования к изучению свойств грунта основания (тип, напряжение и т. д.), количество и тип используемой арматуры не соответствуют графикам армирования, и прочность используемой стали не соответствует конкретным требованиям.

Факторы проектирования конструкций : Ошибки в оценке нагрузки и армировании, ошибки в определении размеров и сечений элементов, отсутствие деталей армирования, неучет геотехнических условий, и игнорирование окружающих условий, влияющих на проектирование здания и качество фундаментов соседних построек.

Факторы проектирования архитектуры : Ошибки в размерах и уровнях, изменение отделки и материалов в процессе проектирования, отсутствие учета декоративных и функциональных требований, и отсутствие деталей фасада и теплоизоляции.

Факторы проектирования систем водоснабжения и канализации : Прокладка трубопроводов через несущие конструкции: дренажные трубы, проходят через балки или колонны без надлежащего планирования дополнительных отверстий или усиления, неправильное определение уровня стока: это приводит к скоплению воды или требует установки дополнительных насосов, и отсутствие светового колодца или выделение недостаточного пространства: это препятствует прокладке основных труб к ванным комнатам и кухням.

Факторы проектирования электрооборудования : Отсутствие координации между прокладкой кабелей и другими инженерными сетями: например, пересечением электропроводки с воздуховодами систем кондиционирования или пожарными гидрантами, размещение электрических щитов в труднодоступных для обслуживания местах или их размещение в местах, не соответствующих требованиям безопасности, и невыполнение расчетов электрической нагрузки: использование кабелей недостаточного сечения, что требует их замены после установки.

Факторы проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК) : Отсутствие согласованности между воздуховодами и проектом здания, выбор систем кондиционирования воздуха с неподходящей мощностью охлаждения: либо меньше необходимой (вызывая дискомфорт), либо больше (растрачивая энергию и средства), н пренебрежение вентиляционными отверстиями для обслуживания и естественной вентиляцией: затрудняет доступ к кондиционерам или приводит к ухудшению качества воздуха.

Факторы, связанные с игнорированием эстетики здания : Предложенный проект здания, с точки зрения его внешнего вида, количества этажей и площади, не соответствует архитектурному облику города, и ошибки в планировке квартир (например, ванная комната расположена далеко от спален).

Б. Факторы реализации:

Эти факторы возникают на этапе реализации и в основном связаны с управлением проектом и окружающей средой. К таким факторам относятся:

Причины, связанные с подрядчиком: Неэффективное управление строительной площадкой, недостаток опыта выполнения работ, ненадлежащие изменения в работе и проблемы, связанные с субподрядчиками.

Причины, связанные с надзором: Задержки в приемке выполненных работ, неадекватные процедуры мониторинга, переделки из-за ошибок руководства и задержки в утверждении отчетов о ходе работ.

Административные причины: Плохая координация между заинтересованными сторонами проекта, слабое управление контрактами, неадекватное планирование и административный контроль, а также недостаточный надзор и контроль.

Экономические причины: Недостаточный денежный поток для заказчика, инфляция и колебания валютных курсов.

Причины, связанные с управлением персоналом: Нехватка рабочей силы, низкая производительность труда, недостаток квалификации работников и трудовые споры.

Причины, связанные с управлением материалами: Недоступность необходимых материалов, внезапное повышение цен, задержки в поставке материалов поставщиками, изменения в спецификациях и количестве материалов, а также неправильное хранение материалов.

Причины, связанные с управлением оборудованием: Неэффективное оборудование и механизмы, недостаточное оборудование и высокие затраты на техническое обслуживание оборудования.

В. Внешние и экологические факторы:

К таким факторам относятся внешние факторы проекта, находящиеся вне контроля руководства: Макроэкономическая обстановка (инфляция и колебания обменного курса), Общая ситуация (нестабильность и изменения в законодательстве), Природные и климатические условия, И специфика страны (утечка мозгов).

Обсуждение результатов

Результаты данного исследования указывают на необходимость принятия конкретных мер для противодействия основным причинам перерасхода средств в строительстве в Сирии. Статистический анализ показал, что тип работ является одним из независимых факторов, определяющих величину вариации.

Помимо фактора типа работ, были выявлены несколько факторов реализации, влияющих на вариацию затрат, а именно: слишком много изменений в проекте, неадекватная оценка затрат до начала работ, плохое планирование и составление графика, отсутствие координации между заинтересованными сторонами и плохое управление на строительной площадке. Что касается внешних факторов, то наиболее важными были признаны: высокие темпы инфляции и рост цен на строительные материалы, колебания валютных курсов, экономическая нестабильность и разрушение промышленной инфраструктуры в предыдущие годы.

Можно заметить, что факторы, занимающие самые высокие позиции в данном исследовании, соответствуют ряду общепризнанных факторов, приводящих к перерасходу средств, что указывает на необходимость принятия превентивных мер.

Заключение

На основе полученных результатов исследование рекомендует следующие меры по оптимизации использования имеющихся финансовых ресурсов и ускорению процесса восстановления страны: [14, 16, 17]

1. На техническом и проектном уровне: путем улучшения координации между различными проектными группами (проектировщиками, архитекторами, сантехниками, инженерами-электриками и инженерами-механиками) на ранних этапах проектирования для минимизации изменений в ходе реализации.

2. На административно-оперативном уровне: путем улучшения мониторинга и управления контрактами посредством внедрения точных методов измерения затрат на протяжении всего жизненного цикла проекта, создания системы управления изменениями в контрактах, которая минимизирует их негативное влияние на затраты, установления критериев оценки их влияния до утверждения и обучения местных инженеров и техников.

3. На экономическом и внешнем уровне: путем внедрения механизмов для решения проблем, связанных с колебаниями цен на материалы и обменных курсов. Этого можно достичь либо путем установления цен на материалы в контрактах на фиксированный срок, либо путем привязки определенных пунктов контракта к индексам цен на материалы и стремления к стабилизации цепочки поставок путем поиска альтернатив основным материалам.

Литература

1. ЭСКЗА и ЮНКТАД. Сирия на перепутье: путь к стабильному переходу. – Бейрут: ЭСКЗА, – 2025. – С. 46.
2. Акбердина В.В., Иванова Д.С. Особенности применения системы ABC- калькулирования // Вестник Академии знаний. – 2022. Vol. 52.– № 5.– С. 8–13. – [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-sistemy-avs-kalkulirovaniya (дата обращения: 29.11.2025).
3. Букунова О.В., Букунов А.С. Многофакторный анализ формирования себе затрати объектов строительства // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 7. – С. 65–69.
4. Величкин В.З. Методика оптимизации затрат строительных компаний при реализации общей технологии возведения объекта // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2022. – № 1. – С. 20–27.
5. Петров А.И. Управление затратами в строительных проектах с использованием информационного моделирования. – 2019. – С.150.
6. Саматов Р.А. Управление проектами с использованием BIM технологий // RUS BIM, – 2018. – С. 31. – [Электронный ресурс]. URL: https://crotoc.ru/wp-content/uploads/2018/12/BIM.pdf (дата обращения: 29.11.2025).
7. Oparin S. Новая парадигма менеджмента риска в экономике фирмы и управлении бизнес- процессами // Conference Proceeding Volume I Management / XV International Scientific Conference «Management and Engineering ’17». Days of Science at Tu-Sofia. –2017. С. 20–27.
8. Асаул А.Н. Риски в деятельности строитель- ной организации // Экономические проблемы и организационные решения по совершенствованию инвестиционно-строительной деятельности: сб. на-уч. тр. Вып. 2. Т. 1. СПб.: СПбГАСУ. – 2004. С. 8–12.
9. Adeyemi A.B. Advanced Building Information Modeling (BIM) for affordable housing projects: Enhancing design efficiency and cost management // Comprehensive Research and Reviews in Science and Technology. – 2024. – Vol. 2, № 1. – P. 1–9.
10. Ali N.H.F. Causes and Remedies of Cost Deviation in Construction Projects in Sudan // Sudan University of Science and Technology. – 2014. – P. 102.
11. Mayassah L. An Approach for Cost Control of Finishing Works In Residential Buildings During Design Phases // Tishreen University. – 2012. – P. 163.

12. Lu W. Cost-benefit analysis of building information modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves // Building and Environment. – 2014. – Vol. 82. – P. 317–327.
13. Mohammed I.I.A. Cost Management and Planning in Construction Projects in Sudan// Sudan University of Science and Technology. – 2019. – P. 144.
14. Ikechukwu A.C., Fidelis I.E, Okorocha A. Causes and Effects of Cost Overruns in Public Building Construction Projects Delivery, In Imo State, Nigeria // IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM) . – 2017.
15. Marzouk M.M., El-Rasas T.I. Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. –2014. Vol. 5, № 1. – P. 49–55
16. Abd El-Karim. M. S., B.A., El Nawawy O.A. M., Abdel-Alim A.M. Quantitative Risk Assessment of Factors Affecting Construction Projects // IPASJ international journal. –2015 . Vol. 3, № 3. – P. 20.
17. Subramani T., Sruthi P.S., Kavitha M. Causes of cost overrun in construction // IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). –2014 . Vol. 3, № 3. – P. 1–7.
18. Abdelalim A.M . Risks Affecting the Delivery of Construction Projects in Egypt: Identifying, Assessing and Response Geo M East // SUCI. –2019. – P. 125–154.

Factors Causing Cost Overruns in Syrian Building Projects: An analytical study

Gana Aljendy, Abu Mahadi Mohammed Ibrahim
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

JEL classification: L61, L74, R53

Building projects in Syria face major discrepancies between their expected budget and the budget realized during implementation due to many interrelated and overlapping reasons. The aim of this study is to analyze and group the design and execution mistakes which lead to cost discrepancies in construction projects in Syria and determine the major mistakes. To accomplish the research objectives, a mixed approach was used by conducting both qualitative and quantitative analyses. The qualitative analysis was done based on actual cases studies of construction projects in Syria, while the quantitative analysis was conducted through one-way ANOVA using SPSS software. Design mistakes were grouped into eight categories including mistakes due to inadequate planning, standard non-compliance mistakes, structural mistakes, architectural mistakes, mistakes in mechanical, electrical systems, plumbing mistakes and errors related to ignoring the aesthetics of the building. Execution mistakes were grouped into three groups including delays, administration change mistakes and poor coordination/project management mistakes. The results indicated that there were statistically significant differences in the means of cost discrepancy between various categories of activities ($F=6.989$, $p<0.05$).

Keywords: Cost management, cost variance, building projects, design factors, implementation factors

References

1. ESCWA and UNCTAD. Syria at a Crossroads: Towards a Sustainable Transition. Beirut: ESCWA. –2025. –P. 46.
2. Akberdina, V.V., Ivanova, D.S. Features of the ABC Costing System Application // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2022. – Vol. 52, № 5. – P. 8–13. Available at: https:// https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-sistemy-avs-kalkulirovaniya (Accessed: 29.11.2025).
3. Bukunova, O.V., Bukunov, A.S. "Multifactor Analysis of Cost Formation for Construction Projects" // Innovations and Investments. – 2022. – № 7. – P. 65–69.
4. Velichkin V.Z. Methodology for Optimizing the Costs of Construction Companies in the Implementation of a General Technology for the Construction of an Object // News of Universities. Investments. Construction. Real Estate. – 2022. – № 1. – P. 20–27.
5. Petrov A.I. Cost Management in Construction Projects Using Information Modeling. – 2019. – P. 150.
6. Samatov R.A. Project Management Using BIM Technologies // RUS BIM– 2018. – P. 31. – [Electronic resource]. URL: https://crotoc.ru/wp-content/uploads/2018/12/BIM.pdf (accessed: 29.11.2025).
7. Oparin S. New paradigm of risk management in the economics of the company and business process management // Conference Proceeding Volume I Management / XV International Scientific Conference «Management and Engineering '17». Days of Science at Tu-Sofia.. –2017. P. 20–27.
8. Asaul A.N. Risks in the activities of a construction organization // Economic problems and organizational solutions for improving investment and construction activities: collection of scientific papers. Issue 2. Vol. 1. St. Petersburg: SPbGASU. – 2004. P. 8–12.
9. Adeyemi A.B. Advanced Building Information Modeling (BIM) for affordable housing projects: Enhancing design efficiency and cost management // Comprehensive Research and Reviews in Science and Technology. – 2024. – Vol. 2, № 1. – P. 1–9.
10. Ali N.H.F. Causes and Remedies of Cost Deviation in Construction Projects in Sudan // Sudan University of Science and Technology. – 2014. – P. 102.
11. Mayassah L. An Approach for Cost Control of Finishing Works In Residential Buildings During Design Phases // Tishreen University. – 2012. – P. 163.
12. Lu W. Cost-benefit analysis of building information modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves // Building and Environment. – 2014. – Vol. 82. – P. 317–327.
13. Mohammed I.I.A. Cost Management and Planning in Construction Projects in Sudan// Sudan University of Science and Technology. – 2019. – P. 144.
14. Ikechukwu A.C., Fidelis I.E, Okorocha A. Causes and Effects of Cost Overruns in Public Building Construction Projects Delivery, In Imo State, Nigeria // IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM) . –2017.
15. Marzouk M.M., El-Rasas T.I. Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. –2014. Vol. 5, № 1. – P. 49–55
16. Abd El-Karim. M. S., B.A., El Nawawy O.A. M., Abdel-Alim A.M. Quantitative Risk Assessment of Factors Affecting Construction Projects // IPASJ international journal. – 2015 . Vol. 3, № 3. – P. 20.
17. Subramani T., Sruthi P.S., Kavitha M. Causes of cost overrun in construction // IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN). –2014 . Vol. 3, № 3. – P. 1–7.
18. Abdelalim A.M . Risks Affecting the Delivery of Construction Projects in Egypt: Identifying, Assessing and Response Geo M East // SUCI. –2019. – P. 125–154.

Разработка экспериментального контура системы кондиционирования воздуха с использованием аккумулятора естественного холода

Мальцев Сергей Александрович
к.т.н. доцент кафедры теплоэнергетических систем Институт механики и энергетики Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, malcevca@mail.ru

Кузнецов Дмитрий Витальевич
к.т.н. доцент кафедры теплоэнергетических систем Институт механики и энергетики Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, kuznetsov.d.v@yandex.ru

Артемов Игорь Николаевич
старший преподаватель теплоэнергетических систем Институт механики и энергетики Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Artemovin78@mail.ru,

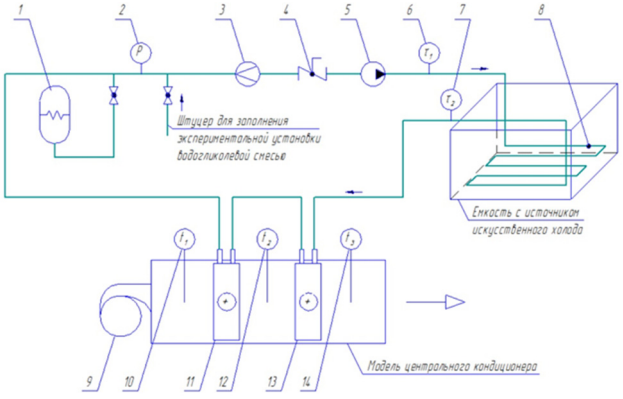
Объектом разработки является экспериментальная установка, представляющая собой упрощенную модель центрального кондиционера, интегрированного с источником естественного холода. Разработана функциональная схема установки, проведен монтаж и испытание установки модели кондиционера выполненного в виде корпуса с последовательно вмонтированными внутри двумя воздухоохладителями и вентилятором. В результате серии экспериментов по определению времени таяния льда и нагрева талой воды с теплообменниками змеевикового типа разной площади проведена оценка время работы системы кондиционирования воздуха, определенное по расчетной зависимости и по результатам эксперимента.
Ключевые слова: экспериментальная установка, теплообменник, количество холода, температура, расход, источник холода, центральный кондиционер, хладоноситель, система кондиционирования, время нагрева.

Территория России обладает огромными запасами холода, который может успешно использоваться в короткий период жаркого лета, поэтому применение аккумуляции холода в системах кондиционирования зданий с использованием снега или льда имеет широкие перспективы развития как энергосберегающая технология [1].

Существуют различные технические решения холодохранилищ, а также различные схемы систем кондиционирования воздуха с использованием естественного холода. На основе анализа работы конструктивных схем холодохранилищ предлагаются различные пути их совершенствования.

При проектировании системы кондиционирования воздуха корпуса МГУ им. Н.П. Огарёва нами были определены параметры воздуха - внутреннего, приточного, удаляемого, наружного и после воздухоохладителя. Расчеты по определению оптимальных параметров микроклимата проведены на основании действующих нормативных документов, а процессы изменения состояния воздуха с помощью H-d диаграммы влажного воздуха. Также определена требуемая холодильная мощность и объем льда в холодохранилище [2].

Для проверки полученной зависимости массы льда от времени работы системы кондиционирования, при определенных объемах подачи и параметрах влажного воздуха, нами разработана принципиальная схема экспериментальной установки. Схема представляет собой упрощенную модель центрального кондиционера учебного корпуса с источником естественного холода (рис. 1) [2].



1 – гидроаккумулятор; 2 – манометр; 3 – преобразователь расхода электромагнитный; 4 – клапан балансировочный ручной; 5 – насос циркуляционный; 6, 7, 10, 12, 14 – термопреобразователи сопротивления; 8 – теплообменник источника естественного холода; 9 – вентилятор модели центрального кондиционера; 11, 13 – водо-воздушные теплообменники блока воздухоохладителя 1-й и 2-й ступеней модели
Рис. 1 – Принципиальная схема установки [2]

Экспериментальная установка включает в себя упрощенную модель центрального кондиционера, источник естественного холода, узел измерения массового расхода хладоносителя, циркуляционный насос и гибкие трубопроводы. Модель центрального кондиционера представляет собой корпус прямоугольного сечения, в котором последовательно установлены два воздухоохладителя и вентилятор, создающий расход воздуха в диапазоне 50-350 м^3/ч.

В замкнутый контур, объединяющий два последовательно соединенных воздухоохладителя 11 и 13 и теплообменник источника искусственного холода 8, включен электромагнитный преобразователь расхода жидкости 3, циркуляционный насос 5, а также ручной балансировочный клапан 4 для изменения расхода хладоносителя (водогликолевой смеси) в некотором диапазоне. Для заправки контура водогликолевой смесью в схеме предусмотрен штуцер с шаровым краном. Компенсация температурного расширения смеси воспринимается мембраной гидроаккумулятора 1, также включенного в схему. Внешний вид экспериментальной установки в комплекте со средствами измерения представлен на рисунке 2.

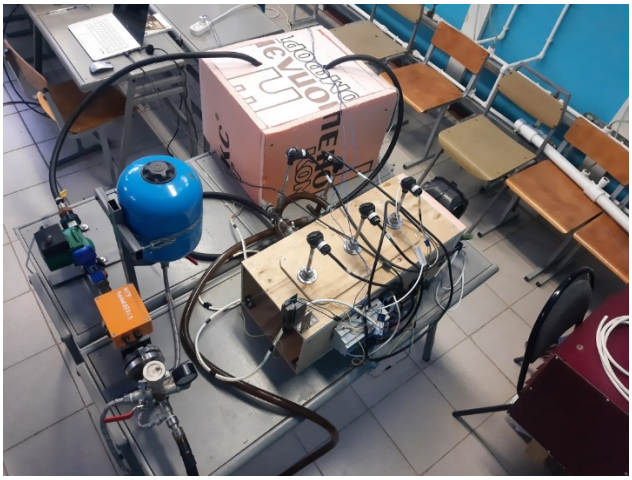


Рис. 2 – Внешний вид экспериментальной установки

Температура приточного воздуха в процессе его охлаждения в разных точках модели центрального кондиционера контролировалась с помощью термопреобразователей сопротивления 10, 12 и 14.

Экспериментальная установка предназначена для исследования процессов теплообмена между водогликолевой смесью и льдом (талой водой) в источнике естественного холода, а также в водо-воздушных теплообменниках между водогликолевой смесью и приточным воздухом.

В данной установке источником естественного холода является замороженная вода в прямоугольной емкости объемом 10,0 л, в которую предварительно помещается теплообменник змеевикового типа из медной трубки и термопреобразователь сопротивления, служащий для контроля температуры льда (талой воды) (рис. 3). Процесс заморозки воды происходил в несколько этапов, путем послойного замораживания, добавляя с каждым разом не более 1,5 л воды.

Рис. 3 – Внешний вида источника естественного холода с теплообменником и температурным датчиком (до заморозки воды)

Для создания теплообменной поверхности нами были изготовлены три теплообменника змеевикового типа из медной трубки наружным диаметром 12,0 мм с площадью поверхности 0,045 м^2; 0,09 м^2; 0,181 м^2 (рис. 4).

Рис. 4 – Внешний вид теплообменников с различной площадью поверхности

Для непрерывного контроля изменения температуры воздуха, хладоносителя и льда (талой воды) применялись термопреобразователи сопротивления двух различных исполнений: измерение температуры воздуха и циркулирующего хладоносителя осуществлялось термопреобразователями модификации ДТС035-50М.В3.60, а для измерения температуры льда (талой воды) – термопреобразователь ДТС314-50М.В3.40/2.

Для измерения расхода хладоносителя в системе, в схему включен первичный преобразователь расхода – электромагнитный преобразователь Мастерфлоу МФ-Т2.5.21-Б-15 (модификация с токовым выходом 4…20 мА). Расход жидкости преобразуется в аналоговый сигнал 4…20 мА в диапазоне 0,020…5,0 м^3/ч [3].

Расход воздуха через экспериментальную установку был определен с помощью метеометра МЭС-200А. Циркуляция водогликолевой смеси в контуре калорифера обеспечивается насосом Wilo. Регулировка подачи хладоносителя в калорифер осуществляется балансировочным клапаном cimberio [4].

Для ввода аналоговых сигналов с датчиков температуры в персональный компьютер нами использовался модуль ввода МВА 8. Для программирования прибора МВА 8 он был подключен через адаптер интерфейса RS-485 ОВЕН АС 4 к персональному компьютеру. Программирование модуля ввода аналогового МВА8 производилось с помощью программы «Конфигуратор МВА 8» [5].

Серия экспериментальных исследований по определению времени использования энергии источника естественного холода с тремя теплообменниками змеевикового типа разной площади поверхности проводились непрерывно в течении нескольких дней при изменяющихся параметрах внутреннего воздуха в лаборатории: температура от 17,0 до 24,0°С, относительная влажность – от 28 до 34 %. Также нами был проведен эксперимент без отбора энергии холода для оценки теплопоступлений через изолированные стенки источника естественного холода.

Все эксперименты с отбором энергии холода проводились при работе вентилятора на первой скорости из трех возможных. Скорость воздушного потока на первой скорости работы вентилятора составила 1,19 м/с. Внутренние размеры живого сечения экспериментальной установки составляют 260×205 мм. Расчетом определен объемный расход воздуха при работе вентилятора на первой скорости 228 м^3/ч.

Первый эксперимент проходил с теплообменником площадью 0,09 м^2. Проводились измерения температуры: воздуха перед первым водо-воздушным теплообменником T_1, °С, между водо-воздушными теплообменниками T_2, °С и на выходе из второго водо-воздушного теплообменника T_3, °С, хладоносителя на выходе из теплообменника источника холода T_4 ,°С и на входе в теплообменник источника холода T_5, °С, льда (талой воды) в источнике естественного холода T_6, °С. Также измерялся расход хладоносителя G, кг/ч.

Данные измерений температуры и расхода хладоносителя сохранялись в текстовом документе в виде массива данных, после чего обрабатывались и использовались для построения графиков. Интервал опроса датчиков - 6 измерений в час. Результаты эксперимента с теплообменником площадью 0,09 м^2 представлены в виде графиков (рис. 5).

Как видно из графика, что расход хладоносителя изменялся от 175 кг/ч до 200 кг/ч. На графике представлены наблюдения за первые 12 часов работы экспериментальной установки.

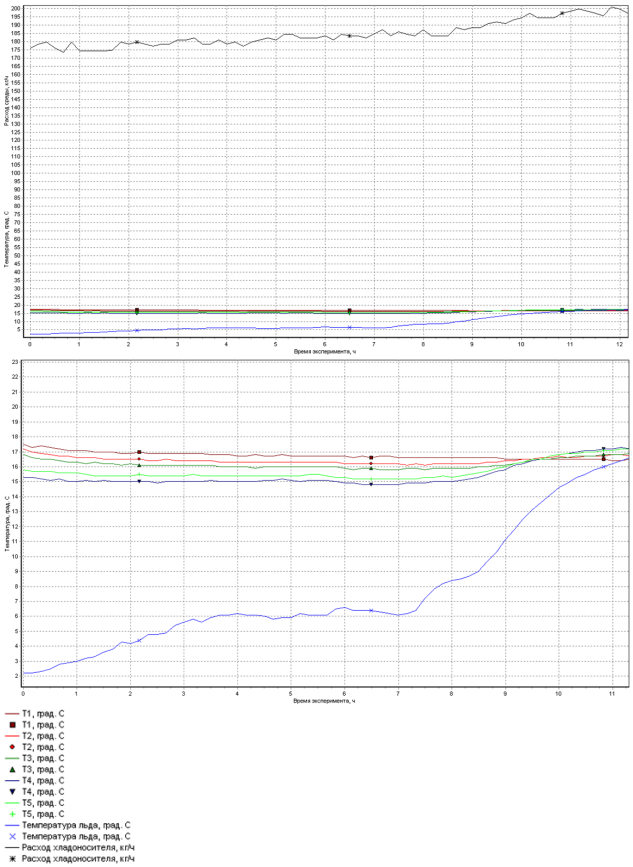


Рис. 5 – Графики изменения температуры воздуха, хладоносителя, льда и расхода хладоносителя от времени (S=0,09 м^2)

Следующим был эксперимент с теплообменником площадью 0,181 м^2 и режимом течения хладоносителя, как показали результаты измерений, от 260 кг/ч до 270 кг/ч. Результаты измерений с теплообменником максимальной площадью представлены в виде графиков (рис. 6). Условные обозначения температур и расхода приняты те же, что и на графиках рисунка 5.

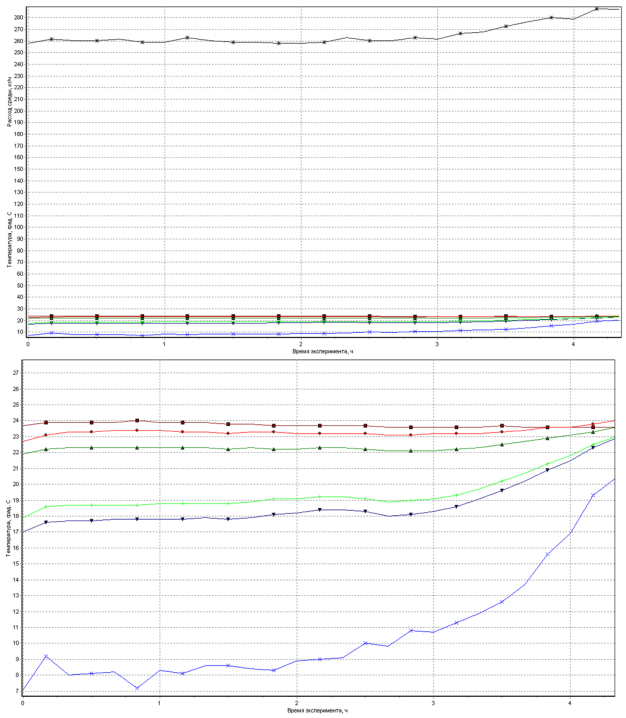


Рис. 6 – Графики изменения температуры воздуха, хладоносителя, льда и расхода хладоносителя от времени (S=0,181 м^2)

На заключительном этапе был проведен эксперимент с теплообменником минимальной площадью 0,045 м^2 и режимом течения хладоносителя от 200 кг/ч до 220 кг/ч. Результаты эксперимента представлены в виде графиков (рис. 7). Условные обозначения температур и расхода хладоносителя те же, что и на графиках рисунка 5.

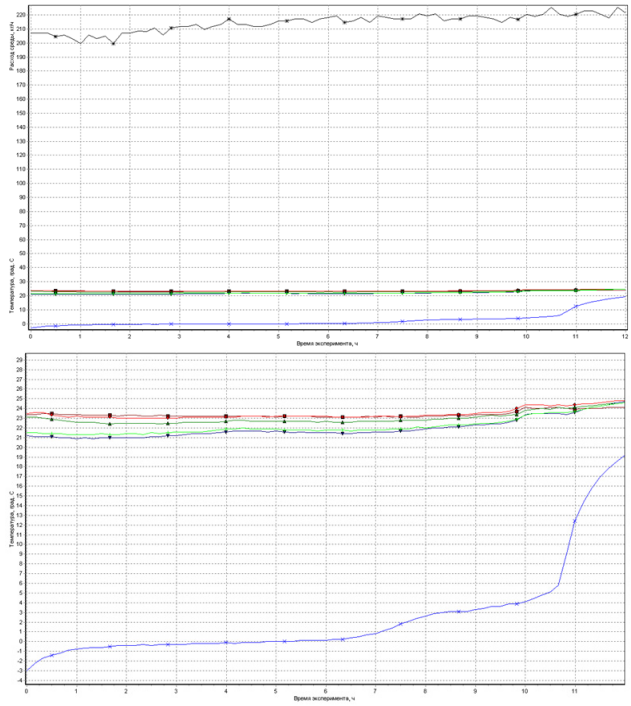


Рис. 7 – Графики изменения температуры воздуха, хладоносителя, льда и расхода хладоносителя от времени (S=0,045 м^2)

Для оценки теплопритоков к объему льда (талой воды) через теплоизолированную стенку источника естественного холода приведем результаты эксперимента в режиме свободного нагрева льда без отбора энергии холода. Показания записывались с интервалом 30 минут. Графическая зависимость изменения температуры воздуха в помещении и льда (талой воды) во времени представлена на рисунке 8.

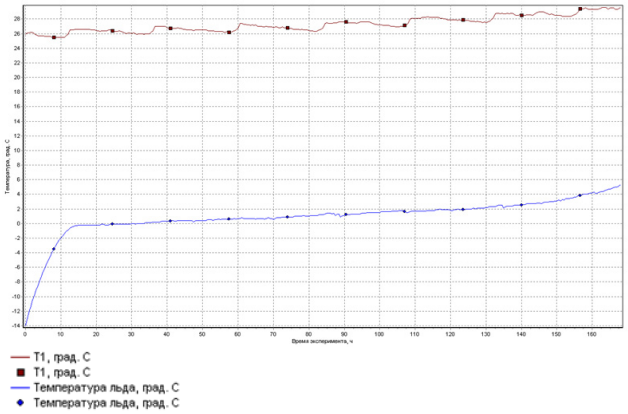


Рис. 8 – Графическая зависимость изменения температуры воздуха в помещении и льда (талой воды) во времени

Результаты эксперимента наглядно показывают, что режим свободного нагрева льда (талой воды) без отбора энергии холода является процессом относительно длительным и следовательно можно сделать вывод о незначительном влиянии теплопритоков на процесс таяния льда (нагрева талой воды).

Далее с целью проверки возможности применения расчетной зависимости по определению времени использования энергии холода [2] произведем расчет времени работы системы кондиционирования воздуха, используя данные эксперимента.

Определим количество отбираемого холода Q, Вт для параметров эксперимента с теплообменником площадью 0,09 м^2 формуле

$$Q = \frac{cG\Delta t_x}{3{,}6}, \quad (1)$$

где c – теплоемкость хладоносителя (водогликолевой смеси), принимаем с= 2,483 кДж/(кг·°С);

G – расход хладоносителя, кг/ч;

Δt_x – разность температур хладоносителя при прохождении через теплообменник источника естественного холода, °С

$$Q = \frac{2{,}483 \cdot 180 \cdot 0{,}5}{3{,}6} = 62{,}1 \ Вт.$$

Рассчитаем время работы системы кондиционирования воздуха [2]

$$T = \frac{c_в m(t_к - t_н)}{W},$$

где $c_в$ - теплоемкость воды, принимаем $c_в$ = 4,183 кДж/(кг·°С);

m – масса льда (холодной воды), кг;

$(t_к - t_н)$ – значения температуры холодной воды в конце процесса использования холода от источника и в начале процесса, принимаемые соответственно 10°С и 0 °С [2];

W – требуемое количество холода, Вт.

$$T = \frac{4183 \cdot 9{,}9 \cdot (10 - 0)}{62{,}1} = 6668{,}6 \ с = 1{,}85 \ ч.$$

Фактическое время нагрева талой воды на $\Delta t_в$ =10 °С составляет 9,25 ч (рис. 5). Аналогично проведем сравнение при других параметрах эксперимента.

Количество отбираемого холода для параметров эксперимента с теплообменником площадью 0,181 м^2

$$Q = \frac{2{,}483 \cdot 260 \cdot 1{,}0}{3{,}6} = 179{,}3 \ Вт.$$

Время работы системы кондиционирования воздуха в этом случае будет иметь значение

$$T = \frac{4183 \cdot 9{,}9 \cdot 10{,}0}{179{,}3} = 2776{,}0 \ с = 0{,}77 \ ч.$$

Фактическое время нагрева талой воды на 10 °С составляет 4,0 ч.

Количество отбираемого холода для параметров эксперимента с теплообменником площадью 0,045 м^2

$$Q = \frac{2{,}483 \cdot 215 \cdot 0{,}4}{3{,}6} = 59{,}3 \ Вт.$$

Время работы системы кондиционирования воздуха с теплообменником минимальной площади

$$T = \frac{4183 \cdot 9{,}9 \cdot 10{,}0}{59{,}3} = 6983{,}4 \ \ c = 1{,}94 \ \ ч.$$

Фактическое время нагрева талой воды на 10 °С составляет 10,7 ч.

Для наглядности представим результаты расчетов и эксперимента по определению времени таяния льда (нагрева талой воды) графически (рис. 9).

На основании проведенной серия экспериментов по определению времени таяния льда (нагрева талой воды) с теплообменниками змеевикового типа разной площади – 0,045 м^2, 0,09 м^2 и 0,181 м^2 построены графики, наглядно отображающие процесс изменения температуры воздуха, хладоносителя и льда (талой воды) (рис. 5-7). Как видно из результатов оценки время работы системы кондиционирования, определенное по расчетной зависимости и по результатам эксперимента отличается в 5,0…5,5 раз. Таким образом, можно сделать вывод, о возможности использования вышеприведенной расчетной зависимости с учетом вводимого коэффициента 5,0…5,5.

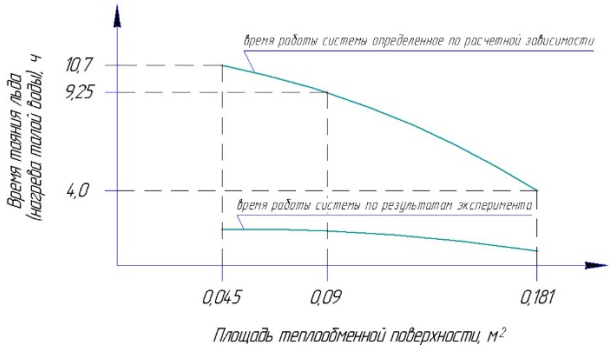


Рисунок 9 – Результаты сравнения времени работы системы кондиционирования, определенного по расчетной зависимости и по результатам эксперимента

Литература

1. Тарасова Е.В. Схемы и конструкции аккумуляторов естественного холода в системах кондиционирования воздуха / Е.В. Тарасова, А.С. Штым // Вестник инженерной школы дальневосточного федерального Университета, 2012, №4 (13). С. 70-78.

2. Кузнецов Д.В. Разработка системы кондиционирования воздуха для учебного корпуса с использованием аккумулятора естественного холода / Д.В. Кузнецов, И.Н. Артемов, С.А. Мальцев // Инновации и инвестиции, 2026, №4. С. 691-694. URL: https://innovazia.ru/upload/iblock/b30/5eposbg36y3aoow7a3u519y37tcy3z6q/%E2%84%964%202026%20%D0%98%D0%B8%D0%98.pdf

3. Мальцев С.А. Повышение эффективности теплоотдачи калорифера с использованием пульсирующего потока воздуха / С.А. Мальцев, Д.В. Кузнецов, И.И. Артемов // Инновации и инвестиции, 2023, №3. С. 154-158. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50480747

4. Мальцев С.А. Разработка экспериментального образца импульсного оросителя воздуха для калорифера / С.А. Мальцев, Д.В. Кузнецов, И.Н. Артемов // Инновации и инвестиции, 2024, №3. С. 9-12. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65601520

5. MBA8. Модуль аналоговый измерительный : Руководство по эксплуатации. Овен Центральный офис: 111024, Москва, 2-я ул. Энтузиастов, д. 5, корп. 5, www.owen.ru Рег. № 2172. - 88 с.

Development of an Experimental Air Conditioning System Circuit Utilizing a Natural Cold Storage Unit

Maltsev S.A., Kuznetsov D.V., Artemov I.N.
Ogarev Mordovian State University

JEL classification: L61, L74, R53

The object of development is an experimental setup serving as a simplified model of a central air conditioning unit integrated with a natural cold source. A functional schematic of the unit was developed, and the assembly and testing were carried out for the air conditioner model, which consists of a housing containing two air coolers and a fan mounted in series. Based on a series of experiments measuring ice melting times and the heating of meltwater using coil-type heat exchangers of varying surface areas, the operating time of the air conditioning system was evaluated and compared against calculated values.

Keywords: experimental setup, heat exchanger, cooling capacity, temperature, flow rate, cold source, central air conditioner, heat transfer fluid, air conditioning system, heating time.

References

1. Tarasova E.V. Designs and configurations of natural cold storage units in air conditioning systems / E.V. Tarasova, A.S. Shtym // Bulletin of the School of Engineering, Far Eastern Federal University, 2012, No. 4 (13). pp. 70-78.

2. Kuznetsov D.V. Development of an air conditioning system for an academic building using a natural cold storage unit / D.V. Kuznetsov, I.N. Artemov, S.A. Maltsev // Innovations and Investments, 2026, No. 4. pp. 691-694. URL: https://innovazia.ru/upload/iblock/b30/5eposbg36y3aoow7a3u519y37tcy3z6q/%E2%84%964%202026%20%D0%98%D0%B8%D0%98.pdf

3. Maltsev S.A. Improving the heat transfer efficiency of an air heater using pulsating airflow / S.A. Maltsev, D.V. Kuznetsov, I.I. Artemov // Innovations and Investments, 2023, No. 3. pp. 154-158. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50480747

4. Maltsev S.A. Development of an experimental prototype of a pulsed air sprayer for an air heater / S.A. Maltsev, D.V. Kuznetsov, I.N. Artemov // Innovations and Investments, 2024, No. 3. pp. 9-12. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65601520

5. MBA8. Analog Measurement Module: Operation Manual. Owen Head Office: 111024, Moscow, 2nd Entuziastov St., 5, bldg. 5, www.owen.ru Reg. No. 2172. – 88 p.

Архитектура театров аравийского полуострова: современные тенденции и перспективы развития

Губран Абдулмалек Али Абдо Абдуллах
Аспирант, Российский университет дружбы народов,
Abdalmlkgubran150@gmail.com

Аравийский полуостров на протяжении столетий ассоциировался с кочевой культурой, караванной торговлей и сакральными центрами ислама. Архитектура региона долгое время развивалась в русле утилитарных и культовых задач, где публичные зрелищные сооружения практически отсутствовали. Однако стремительные социально-экономические трансформации второй половины XX — начала XXI века, связанные с открытием месторождений нефти, урбанизацией и политикой диверсификации экономики, кардинально изменили культурный ландшафт стран полуострова (Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар, Оман, Йемен, Бахрейн, Кувейт). Статья посвящена анализу тенденций и перспектив развития архитектуры театров Аравийского полуострова. Анализируется модернизация от традиционных многофункциональных пространств к специализированным театральным зданиям, интегрирующим мировой архитектурный опыт и национальные культурные коды. Особое внимание уделяется современным тенденциям, таким как гибридные типологии, трансформируемые сцены и зрительные залы, параметрический дизайн, энергоэффективные решения в условиях аридного климата, а также использованию аутентичных элементов (машрабия, ветровые башни, локальная каллиграфия) в футуристических формах. На примере основных проектов региона выявляются региональные особенности формообразования. Делается вывод о формировании уникальной «аравийской школы» театральной архитектуры, сочетающей сверхсовременные конструктивные решения с реинтерпретацией исторической идентичности.

Ключевые слова: архитектура театров, Аравийский полуостров, культурные центры, трансформируемые пространства, параметрический дизайн, климатический дизайн, театральная акустика.

Введение

Сегодня театры Аравийского полуострова превратились в значимый тип общественных зданий, отражающий амбиции новых культурных столиц. Архитектура этих сооружений демонстрирует уникальный синтез местных традиций и передовых инженерных решений, «зелёных» технологий и футуристических форм. Актуальность теме придаёт контраст между консервативными общественными нормами и амбициозными государственными программами, где театры позиционируются как драйверы культурного туризма, «мягкой силы» и национальной идентичности.

Основная часть

На рубеже XX–XXI веков Аравийский полуостров превратился в уникальную архитектурную лабораторию, где мировые тенденции, такие как деконструктивизм, параметрическая архитектура, биомиметика синтезируются с локальными традициями. Театры в странах полуострова выполняют не только развлекательную, но и политико-имиджевую функцию. Государства Залива тратят миллиарды долларов на привлечение звёздных архитекторов для создания мест, которые должны сформировать новую культурную идентичность, отличную от нефтяной или религиозной [15].

Экстремальный климат Аравийского полуострова, летние температуры выше 45°C, песчаные бури, высокая инсоляция делает театры показательными примерами интеграции пассивных и активных «зелёных» технологий. Решения, найденные для театров Дохи или Абу-Даби - фасады с программируемым затенением, грунтовые теплообменники, системы сбора конденсата, могут быть масштабированы на другие типы общественных зданий в аридных зонах по всему миру.

Рис. 1. Национальный театр Катара

Рис. 2. Katara Opera House and Theatre

Современные социальные трансформации в странах Аравийского полуострова связаны с отменой запретов на кинотеатры, проведением фестивалей, открытием публичных концертных залов. Эти тенденции создают беспрецедентный спрос на новое театральное строительство. В условиях постиндустриального перехода от нефтяной экономики к инновационной, творческой и туристической, театры становятся концентрацией креативных кластеров [7].

Театр в регионе перестал восприниматься исключительно как элитарный институт, став инструментом социальной трансформации, туристической привлекательности и развития экономики. В отличие от европейского консерватизма, театры Аравийского полуострова становятся

экспериментальной площадкой для самых смелых архитектурных решений.

Концертный зал «Марайя» в Аль-Ула, Саудовская Аравия (2019 г.) воплотил новый подход в архитектуре. Здание-куб площадью 9 740 кв. м полностью покрыто зеркальным полотном. Фасадная система, устойчивая к пыльным бурям, создает эффект миража. Архитектура «исчезает», оставляя зрителю только пустыню и небо. Огромное раздвижное окно трансформирует сцену: пустыня становится частью декорации, что стирает грань между интерьером и экстерьером [6].

Рис. 3. Концертный зал «Марайя» в Аль-Ула, Саудовская Аравия

Центр исполнительских искусств в Кидийской Сити, Эр-Рияд - проект 2023–2029 гг. - создает инопланетный, гипертрофированный образ. Архитекторы предложили концепцию «мегалитических плит», нависающих над пропастью. Создание огромной тени под зданием для формирования комфортного микроклимата. Плиты опираются друг на друга, создавая аэрацию и защиту от солнца для общественных пространств внизу, что меняет типологию и здание работает как пассивная климатическая система [4].

Конкурсный проект Al-BAYT Theatre, Шарджа, ОАЭ (2025 г.) предложен российскими архитекторами В. Дудыревым и А. Воробьевым. Это «нео-бедуинский» трансформер. Во внутреннем дворе исторического дома устанавливается полупрозрачный тканевый шатер. Сцена и зрительские платформы мобильны, что позволяет трансформировать пространство от фронтальной до цирковой (арена) схемы за 15 минут. Эта работа, получившая награду OISTAT, демонстрирует запрос на экономичность, мобильность и тактичное отношение к историческому контексту, исключающее снос [13].

Рис.4. Конкурсный проект Al-BAYT Theatre, Шарджа, ОАЭ

В Оперном театре Джидды природная вентиляция и озеленение используются для охлаждения общественных пространств без избыточного потребления энергии. Инициатива «Lean 2026» в Абу-Даби предполагает переход к «тонкостенным конструкциям со сферическими триггерами» для декораций, что сокращает отходы строительства на 40%. Дизайн сцены выставки INDEX Saudi 2025 был спроектирован так, чтобы прямые элементы могли быть использованы повторно, а изогнутые — отправлены на переработку.

Современные залы региона строятся с учетом требований как акустической музыки, так и громких рок-концертов или иммерсивных шоу. Например, в Центре исполнительских искусств Кидийской Сити заложены адаптивные акустические системы, меняющие параметры зала в зависимости от жанра выступления. Также активно интегрируются светодиодные технологии: свет «прячут» в ступени и поручни, создавая эффект «пустынного лагеря», где свет исходит будто бы от костра или луны, а не от прожекторов [8].

Перспективы развития архитектуры театров Аравийского полуострова на 2026–2030 гг. направлены на отказ от глянцевого модернизма в пользу шероховатых, геологических текстур, вместо одного гигантского оперного театра в столице — сеть малых «культурных убежищ» в пустыне или исторических зданиях, здание театра должно не потреблять ресурсы кондиционирования, а создавать тень и направлять ветер для охлаждения города.

Заключение

Исторически театральная архитектура на Аравийском полуострове была слабо развита из-за культурных и религиозных особенностей, но с начала XXI века театры превратились в политические и культурные символы, демонстрирующие амбиции стран региона как глобальных центров искусства и туризма. Современные архитекторы сознательно уходят от простого подражания западным моделям, переосмысливая традиционные элементы. Используются принципы машрабийи, геометрические узоры и ветровые башни в современных фасадах и акустических решениях.

Климат Аравийского полуострова требует инновационных инженерных решений - полное остекление с интеллектуальными солнцезащитными системами, интеграция огромных LED-экранов в фасады и интерьеры, стирающая грань между зданием и медиа-объектом, передовая акустика, адаптированная к жаркому и сухому воздуху с большим количеством пыли.

В отличие от классических европейских театров, здания здесь проектируются как гибкие культурные кластеры. Один комплекс включает зал-трансформер, оперный театр, кинотеатры, галереи, рестораны и даже торговые пространства, что обеспечивает экономическую рентабельность в условиях ограниченного местного спроса на чистый театр.

Архитектура театров Аравийского полуострова прошла путь от имитации западных моделей до формирования самобытного регионального почерка, основанного на климате, свете, геометрии и новых смыслах гостеприимства. Основной вызов будущего — сохранить культурную идентичность, перейдя к экологичной и доступной театральной среде, стимулирующей местное творчество.

Литература

1. Акимова Е.А. Ближневосточное наследие и традиции в современной архитектуре Арабских эмиратов // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2015. Сер. 15. Вып. 1. С. 122-133.
2. Анисимов А.В., Коновалова Н.А., Хрулин К.В. Современные тенденции в возведении театральных зданий мира // Современная архитектура мира. 2022. № 1 (18). С. 167–186.
3. Ануфриева П.С. Современные тенденции развития многофункциональных театрально-зрелищных комплексов // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2021. № 1. С. 198 200.
4. Исмаилов С. Проблемы и возможности современной архитектуры // Мировая наука. 2023. №3(72). С. 67-69.
5. Колесникова Т.Н., Кузнецов П.Э. Анализ архитектуры современных многофункциональных культурно-зрелищных комплексов и тенденции их развития // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18. Вып. 3. С. 346–357.
6. Колодников И.В. Дерево в современных проектах оперных театров и концертных залов: основные направления развития архитектуры и дизайна // Terra artis. Искусство и дизайн. 2021. № 3. С. 6–19.
7. Коновалова Н.А. Особенности архитектуры современных театральных зданий мира: глобальные требования и национальные приоритеты // Художественное образование и наука. 2023. № 3 (36). С. 130–137.
8. Коновалова Н.А. Стратегии устойчивости современной архитектуры: «смирение» vs «амбициозность» // Современная архитектура мира. 2022. № 2 (19). С. 11–26.
9. Кузнецов П.Э. Анализ архитектуры современных многофункциональных культурно-зрелищных комплексов и тенденции их развития // Безопасный и комфортный город: сб. науч. тр. по мат. V Междунар. науч.-практ. конф. 2022. С. 47–54.
10. Кузнецов П.Э., Диденко С.В. Особенности формирования культурно-зрелищного комплекса в пространственной городской среде // Научный Лидер. 2022. № 6 (51). URL: https://scilead.ru/ article/1723-osobennosti-formirovaniya-kulturno-zrel ishchn.

11. Макарова Е.Е., Анисимов А.В. Экспериментальный театральный центр — театральное здание будущего // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. № 1 (46). С. 160–174

12. Мунис Акмаль кизи Мирпулатова. Опыт переосмысления архитектурных традиций ОАЭ на современном этапе // Восточное искусство и культура. 2023. № 2. С. 736–742.

13. Хрупин К.Г. Новая эстетика театральных зданий XXI века (европейский опыт) // Современная архитектура мира. 2022. № 1 (18). С. 187–216.

14. Elsheshtawy Ya. Cities of sand and fog: Abu Dhabi's global ambitions // The evolving Arab city: tradition, modernity, and urban development / ed. by Ya. Elsheshtawy. Routledge, 2008. P. 258–304

15. Staples D. Modern theatres 1950–2020. New York : Routledge Publ., 2021. 594 p.

Theatre architecture of the arabian peninsula: contemporary trends and development prospects

Gubran Abdulmalek Ali Abdo Abdullah
Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: L61, L74, R53

For centuries, the Arabian Peninsula has been associated with nomadic culture, caravan trade, and sacred Islamic centers. The region's architecture long developed along utilitarian and religious lines, with public performance spaces virtually nonexistent. However, the rapid socioeconomic transformations of the second half of the 20th and early 21st centuries, associated with the discovery of oil fields, urbanization, and economic diversification policies, have radically altered the cultural landscape of the peninsula's countries (Saudi Arabia, the UAE, Qatar, Oman, Yemen, Bahrain, and Kuwait). This article analyzes the trends and development prospects of theatre architecture on the Arabian Peninsula. This article analyzes the modernization of traditional multifunctional spaces toward specialized theater buildings that integrate global architectural experience and national cultural codes. Particular attention is paid to contemporary trends such as hybrid typologies, transformable stages and auditoriums, parametric design, energy-efficient solutions for arid climates, and the use of authentic elements (mashrabiya, wind towers, and local calligraphy) in futuristic forms. Using key regional projects as examples, regional characteristics of form-building are identified. It concludes that a unique "Arabian school" of theater architecture is emerging, combining cutting-edge design solutions with a reinterpretation of historical identity.

Keywords: theater architecture, Arabian Peninsula, cultural centers, transformable spaces, parametric design, climate design, theater acoustics.

References

1. Akimova E.A. Middle Eastern Heritage and Traditions in the Modern Architecture of the United Arab Emirates // Bulletin of St. Petersburg University. 2015. Series 15. Issue 1. Pp. 122-133.
2. Anisimov A.V., Konovalova N.A., Khrulin K.V. Modern Trends in the Construction of Theater Buildings Around the World // Contemporary Architecture of the World. 2022. No. 1 (18). Pp. 167-186.
3. Anufrieva P.S. Modern Trends in the Development of Multifunctional Theater and Entertainment Complexes // Science, Education, and Experimental Design. 2021. No. 1. Pp. 198-200.
4. Ismailov S. Problems and Possibilities of Modern Architecture // World Science. 2023. No. 3 (72). P. 67-69.
5. Kolesnikova T.N., Kuznetsov P.E. Analysis of the Architecture of Modern Multifunctional Cultural and Entertainment Complexes and Their Development Trends // Bulletin of MGSU. 2023. Vol. 18. Issue 3. P. 346-357.
6. Kolodnikov I.V. Wood in Modern Opera House and Concert Hall Projects: Main Directions in the Development of Architecture and Design // Terra artis. Art and Design. 2021. No. 3. P. 6-19.
7. Konovalova N.A. Features of the Architecture of Modern Theater Buildings Around the World: Global Requirements and National Priorities // Art Education and Science. 2023. No. 3 (36). P. 130-137.
8. Konovalova N.A. Strategies for the Sustainability of Modern Architecture: "Humility" vs. "Ambition" // Contemporary Architecture of the World. 2022. No. 2 (19). Pp. 11–26.
9. Kuznetsov P.E. Analysis of the Architecture of Modern Multifunctional Cultural and Entertainment Complexes and Their Development Trends // Safe and Comfortable City: Coll. of Scientific Papers on Materials of the V Int. Scientific and Practical Conf. 2022. Pp. 47–54.
10. Kuznetsov P.E., Didenko S.V. Features of the Formation of a Cultural and Entertainment Complex in a Spatial Urban Environment // Scientific Leader. 2022. No. 6 (51). URL: https://scilead.ru/article/1723-osobennosti-formirovaniya-kulturno-zrel ishchn.
11. Makarova E.E., Anisimov A.V. Experimental Theater Center — Theater Building of the Future // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 1 (46). Pp. 160–174
12. Munis Akmal kizi Mirpulatova. The Experience of Rethinking the Architectural Traditions of the UAE at the Current Stage // Eastern Art and Culture. 2023. No. 2. Pp. 736–742.
13. Khrupin K.G. New Aesthetics of Theater Buildings of the 21st Century (European Experience) // Modern Architecture of the World. 2022. No. 1 (18). Pp. 187–216.
14. Elsheshtawy Ya. Cities of sand and fog: Abu Dhabi's global ambitions // The evolving Arab city: tradition, modernity, and urban development / ed. by Ya. Elsheshtawy. Routledge, 2008. P. 258–304
15. Staples D. Modern theatres 1950–2020. New York : Routledge Publ., 2021. 594 p.

Эволюция информационных режимов и управленческих лагов при смене технологических укладов

Дубров Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин, Институт бизнеса и информационных технологий, dubrov-dv@yandex.ru

В статье решается проблема отсутствия воспроизводимого инструмента сравнения технологических укладов по управленческим характеристикам. Семимерная рамка сопоставления укладов операционализирована в качестве кодировочной матрицы с явными правилами отнесения. Профиль управленческих лагов формализован порядковой шкалой от нуля до трех по четырем компонентам: информационно-измерительному, институционально-правовому, инвестиционно-финансовому и кадрово-компетентностному. Построена морфологическая матрица для шести укладов, включая прогнозный шестой. Показано, что от уклада к укладу меняется состав лагов: доминанты смещаются от учётно-правовых к компетентностно-инвестиционным, измерительный компонент остаётся высоким на всем горизонте, а совокупная напряженность профиля изменяется немонотонно с локальным минимумом в четвертом укладе. Российская траектория описана как наложение укладных и трансформационных лагов с поэтапным правовым закрытием компонентов. Статья представляет интерес для исследователей инновационной политики, институциональных изменений, стандартизации и цифровой трансформации управления.

Ключевые слова: технологический уклад, информационный режим, управленческий лаг, профиль лагов, морфологическая матрица, технико-экономическая парадигма, стандартизация, институциональная инерция, цифровая трансформация, шестой технологический уклад.

Введение

Крупные технологические сдвиги сопровождаются институциональным, учётным и компетентностным отставанием от производственной базы. Например, в работах Кондратьева [4] и Шумпетера [35] зафиксирована внутренняя неоднородность длинных волн; теория технико-экономических парадигм дополнена механизмом опережающего освоения финансовым капиталом и пузырей на фазе установки [32]. Российская школа укладов [1; 2] ставит проблему оценки запаздывания при переходе к шестому укладу, патентная статистика подтверждает парадигмальный статус ИИ [18].

Необходимо отметить тот факт, что состав задержки изучен фрагментарно. Историко-управленческие исследования фиксируют кризисы контроля и их разрешение через обработку информации [14; 17; 37], синтетическая периодизация пяти революций связывает их с институтами и финансами [20]. Институциональный анализ объясняет инерцию структурой распределения выигрышей [31] и устойчивостью режимов [21]; современные версии уточняют механизмы сопротивления и роль шоков [22; 36; 27; 23]. Отечественные работы добавляют стандартизацию как условие управляемости цифрового перехода [6].

Лакуна - на пересечении направлений: содержательные описания укладов не предоставляют воспроизводимой процедуры сравнения, типологии запаздываний фиксируют отдельные каналы, но не их смену между укладами. Состав лагов не операционализирован.

Цель - операционализация семимерной рамки сравнения укладов и построение морфологической матрицы шести укладов с формализованными профилями управленческих лагов. Прикладная задача исследования - описание российской траектории как особого наложения укладных и трансформационных лагов. Научная новизна: операциональные определения семи измерений, порядковая шкала профиля, матрица как открытый инструмент, вывод о немонотонной динамике напряжённости. Гипотеза: от уклада к укладу меняется состав профиля - доминанты смещаются от учётно-правовых к компетентностно-инвестиционным, в поздних укладах компоненты взаимно усиливаются. Методология - структурированное кодирование вторичных источников, типологическая теория кейсов, конфигурационная интерпретация. Длительность лагов в годах не рассматривается, предмет — состав и конфигурация.

Материалы и методы

Информационный режим экономики понимается как совокупность устойчивых способов фиксации, классификации, передачи, стандартизации и аналитической переработки хозяйственной информации, включая правила признания экономических объектов и процедуры управленческой обратной связи. Управленческий лаг - запаздывание управленческого контура относительно технологической базы уклада. Он может быть декомпозирован на четыре основных вида. Информационно-измерительный лаг возникает, когда технологии уже меняют выпуск и операции, а учет фиксирует эти изменения в устаревших категориях. Институционально-правовой связан с запаздыванием норм и режимов ответственности. Инвестиционно-финансовый проявляется там, где финансовые механизмы быстрее обслуживают спекулятивный перегрев, чем долгие комплементарные вложения. Кадрово-компетентностный отражает разрыв между требованиями уклада и содержанием образования и профессиональных стандартов. Компоненты действуют не изолированно: слабые метрики осложняют нормотворчество, нормативная неопределенность ухудшает инвестиционный расчет, дефицит компетенций задерживает перестройку.

Единицей сравнения выступает технологический уклад. Используется периодизация из шести укладов: первый (1770-е - 1830-е), второй (1830-е - 1880-е), третий (1880-е - 1930-е), четвертый (1930-е - 1970-е), пятый (1970-е - 2020-е) и прогнозный шестой (с 2010-х). Границы условны, пограничные десятилетия перекрываются; периодизация согласована с российской линией укладов [1] и с хронологией технологических революций [32], расхождения между ними не затрагивают порядок и состав укладов. Прогнозный характер шестого уклада обсуждается в литературе о новой кондратьевской волне [25] и помечается в матрице отдельно.

Сравнение строится по семи измерениям, операционализированным в таблице 1. Для каждого измерения определено, что именно кодируется и на каком корпусе источников. Профиль лагов формализован порядковой шкалой: 0 - компонент не выражен, систематических свидетельств

нет; 1 - фоновый, упоминается в литературе, но не определяет противоречие перехода; 2 - выраженный, устойчиво фиксируется как значимое ограничение; 3 - доминирующий, источники связывают с ним главное управленческое противоречие уклада. Правило отнесения: оценка 2 и выше присваивается только при совпадении не менее двух независимых линий литературы из корпуса таблицы 1.

Таблица 1

*Операционализация семи измерений сравнительной рамки**

Измерение	Что кодируется	Опорный корпус источников
1. Технико-экономическая парадигма	Ядро уклада, ключевой фактор, несущие отрасли и инфраструктуры	[1; 2; 20; 32]
2. Информационный режим	Доминирующие способы фиксации, передачи, обработки и стандартизации хозяйственной информации	[6; 14; 17; 37]
3. Режим инноваций	Организация поиска: предпринимательский или корпоративный тип, роль лабораторий, сетей и платформ	[19; 26; 29; 30; 35]
4. Макро- и мезоуправление	Институциональные каналы координации: рынок, иерархия, государство, сети; роль стандартов	[5; 16; 29; 31]
5. Тип управленческого противоречия	Главный разрыв между технологической возможностью и управленческой воспроизводимостью	[14; 21; 23; 32]
6. Профиль лагов	Оценки четырех компонентов лага по шкале 0-3 с правилами отнесения	корпус измерений 1-5
7. Движущие силы перехода	Источники давления на старый режим: ниши, шоки, дестабилизация, коалиции, сопротивление действующих игроков	[22; 23; 27; 36]

**Таблица составлена автором.*

Методическая рамка кодирования базируется на типологической теории сравнительных кейсов, когда измерения задают типологическое пространство, профиль уклада трактуется как тип [24]. Конфигурационная интерпретация профилей опирается на теоретико-множественный аппарат [34]; его применимость к инновационной проблематике подтверждают свежие конфигурационные исследования инноваций на региональных и проектных данных [15; 33]. Кодирование выполнено автором по корпусу источников таблицы 1; протокол и правила отнесения приведены полностью, поэтому матрица открыта для повторного кодирования. Порогом согласованности для такой проверки служит альфа Криппендорфа не ниже 0,8 [28]. Это ограничение метода названо честно: проверка вторым кодировщиком - следующий шаг, а не выполненная часть работы. Порядковая шкала огрубляет различия внутри уровня, что также относится к границам метода.

Результаты и обсуждение

Результатом протокольного кодирования выступает морфологическая матрица, структурно развёрнутая в двух таблицах. В Таблице 2 систематизированы переменные контекстного порядка (парадигмальный базис, информационный режим, инновационная динамика и управленческие механизмы), в то время как в таблице 3 содержатся категории процессуального характера, включая тип противоречий, временные лаги и факторы-драйверы.

Таблица 2

*Морфологическая матрица укладов: контекстные измерения**

Уклад (период)	Парадигма и ядро	Информационный режим	Режим инноваций	Макро- и мезоуправление
I (1770-е - 1830-е)	Водная энергия, текстильные машины, фабрика	Бумажно-локальный: рукописные регистры, конная почта	Предпринимательский, мастерская и изобретатель	Локальные рынки, цеховые и торговые нормы
II (1830-е - 1880-е)	Пар, железные дороги, телеграф	Телеграфно-сетевой: расписания, единое время, распределенный учет	Инженерно-предпринимательский, первые конструкторские бюро	Административная координация корпораций, отраслевые стандарты сетей
III (1880-е - 1930-е)	Сталь, электричество, химия, крупная корпорация	Электрифицированная коммуникация, бюрократизация знания, управленческая документация	Созидательное накопление: корпоративные лаборатории	Многофилиальная иерархия, национальные системы стандартов и патентов
IV (1930-е - 1970-е)	Нефть, автомобиль, массовое производство	Массово-медийный и административно-аналитический: исследования операций, национальные счета	Рутинизированные НИОКР при государственном заказе	Государство как заказчик и регулятор, стандарты качества и процедур
V (1970-е - 2020-е)	Микроэлектроника, ИКТ, сети	Цифровой учет и управление, базы данных, сетевая коммуникация	Сетевой и платформенный поиск поверх корпоративного	Гибрид рынка, иерархии и сетей; международная стандартизация
VI* (с 2010-х)	Искусственный интеллект, конвергентные технологии	Алгоритмический: машинное обучение внутри контура решений	Распределенный, на данных и моделях; платформы разработки	Упреждающее нормирование, экспериментальные правовые режимы

**Таблица составлена автором*

Числовые профили и совокупная напряжённость сведены в таблице 4. Шестой уклад во всех таблицах помечен звёздочкой как прогнозная оценка.

Таблица 3

Морфологическая матрица укладов: динамические измерения

Уклад	Тип управленческого противоречия	Профиль лагов (И, П, В, К)	Движущие силы перехода
I	Фабрика производит быстрее, чем локальный учет и право успевают описывать	И-2, П-2, В-1, К-1	Рост масштабов производства, давление новых отраслей
II	Скорость и масштаб сети против локальной бухгалтерии и разрозненных правил	И-3, П-2, В-2, К-1	Кризис контроля, железнодорожные пузыри фазы установки
III	Невидимость эффекта новой энергетики и корпорации для прежних категорий измерения	И-3, П-2, В-3, К-2	Конкуренция корпораций, электротехнический бум, новые профессии
IV	Координация массового производства и госзаказа при зрелом аппарате измерения	И-2, П-2, В-2, К-2	Война и послевоенная реконструкция как институциональные шоки
V	Нематериальная природа эффекта против учета, права и подготовки кадров индустриальной эпохи	И-3, П-2, В-3, К-3	Дестабилизация индустриального режима, сетевые ниши, глобализация
VI*	Автоматизация самого контура решений против процедур проверки, ответственности и обучения	И-3, П-2, В-3, К-3	Парадигмальное расширение искусственного интеллекта, упреждающее регулирование

**Таблица составлена автором И - информационно-измерительный, П - институционально-правовой, В - инвестиционно-финансовый, К - кадрово-компетентностный компоненты; шкала 0-3. * Прогнозная оценка.*

Таблица 4

*Профили управленческих лагов по шкале 0-3 и совокупная напряжённость**

Компонент лага	I	II	III	IV	V	VI*
Информационно-измерительный	2	3	3	2	3	3
Институционально-правовой	2	2	2	2	2	2
Инвестиционно-финансовый	1	2	3	2	3	3
Кадрово-компетентностный	1	1	2	2	3	3
Совокупная напряженность (сумма)	6	8	10	8	11	11

**Таблица составлена автором. Прогнозная оценка; для шестого уклада правовой компонент демонстрирует признаки ускорения нормирования, см. обсуждение.*

Матричный анализ позволяет сформулировать три эмпирических обобщения:

– измерительный компонент устойчив (не ниже двух, три доминирования).

– совокупная напряжённость немонотонна: растёт к третьему укладу, проседает в четвёртом, пик в пятом.

– кадровый компонент смещается с фона на доминирование в поздних укладах, правовой стабилен.

Следовательно, гипотеза о смене конфигурации доминант подтверждается.

Первый уклад: умеренный профиль, расхождение скоростей потоков и учёта зафиксировано Бенигером [14]. Второй: разрыв критичен, железные дороги требуют расписаний и координации вместо рынка [17], доминирует измерение (И-3), инвестиции выражены спекулятивными

пузырями [32]. Третий: первый трёхкомпонентный узел — управленческая документация [37], лаборатории [26], инвестиции и зависимость от пути [19]; электрификация невидима для старых метрик, измерение и инвестиции доминируют, кадры впервые выражены (инженеры).

Четвёртый: единственное падение напряжённости из-за зрелости информационного режима (нацсчета, статслужбы, стандарт-костинг). Прогресс связан с институтами [29], государство — регулятор. Качество информуслуг влияет на инновации [5]. Технологии общего назначения (электричество, ДВС) прошли перестройку [16], контур догнал базу.

Пятый: ломает равновесие. Цифровые эффекты нематериальны (организация, неосязаемый капитал), усложняется поиск и отбор [30], координация сетевая, переход социотехнический [21]. Кадры впервые доминируют. Профиль (три тройки при выраженном правовом) — режим взаимного усиления: слабые метрики осложняют нормотворчество, неопределённость ухудшает инвестрасчёт, дефицит компетенций задерживает перестройку.

Правовой компонент держится на «2» из-за политэкономии переходов: институты закрепляют выигрыши бенефициаров статус-кво [31], режимы сопротивляются через власть [22], дестабилизация растянута [36]. Право подталкивается внешними шоками [27] — высокая инерция, но механизм обновления.

Шестой уклад (*): ML меняет инструмент управления (поиск, прогноз, контроль). Лаги внутри контура решений. Патентная эмпирика [18] и сценарии волны [25] подтверждают масштаб. Единственное ускорение — правовое (упреждающее нормирование до диффузии). Симметрия профиля — огрубление шкалы.

Россия: к укладному профилю добавлен трансформационный. Переход к пятому совпал с распадом СССР — потеря информационного режима четвёртого и строительство пятого. Активность ушла в тень, институты 1990-х гибридны. На пике все четыре компонента доминировали (нет в таблице 4). Эмпирика [10] фиксирует последствия с 2010-х, ядро шестого фрагментарно [2].

Нормативный контур 2010–2020-х - поэтапное закрытие компонентов: закон о консолидированной отчётности [12], стратегия НТР [11], нацпрограммы цифровизации, Концепция техразвития до 2030 [9], стандарт по НМА [8]. Измерение закрывается последним. Отечественные работы фиксируют содержание: культура цифровизации ГУ [7], цифровая трансформация предприятий [13], интеллектуальный капитал [3]. Информационное обеспечение [5; 6] — механизм сокращения правового компонента без внешнего шока.

Ограничения: порядковая шкала скрывает различия, прогнозы по шестому укладу зависят от становящейся литературы.

Заключение

Таким образом, проведённое исследование свидетельствует, что семимерная рамка сравнения укладов переведена из описательного перечня в кодировочный инструмент: для каждого измерения заданы предмет кодирования и опорный корпус, для профиля лагов - порядковая шкала с правилами отнесения. Матрица предъявлена полностью (таблицы 2-4) и открыта для повторного кодирования.

Содержательный итог - смена состава, а не интенсивности. Доминанты профиля смещаются от учетно-правовых компонентов ранних укладов к компетентностно-инвестиционным в поздних; измерительный компонент остается высоким на всем горизонте; совокупная напряженность движется немонотонно, с локальным минимумом в четвертом укладе, когда зрелый аппарат национальных счетов и стандартизации временно догнал производственную базу. Пятый уклад вводит режим взаимного усиления компонентов. Прогнозный шестой смещает лаги внутрь самого контура принятия решений, и единственным компонентом со знаком ускорения оказывается правовой.

Российская траектория описана как наложение укладных и трансформационных лагов - конфигурация, отсутствующая в укладных профилях. Ее нормативное разрешение шло поэтапно, и измерительный компонент кодифицировался последним. Практическое следствие для политики: программы технологического развития имеет смысл проверять на полноту по четырем компонентам профиля, а не по одному доминирующему дефициту.

Открытой остается задача расширения выборки национальными траекториями с последующим переходом к конфигурационному анализу профилей, для которого порядковая матрица образует готовую таблицу данных.

Литература

1.Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. - М.: ВлаДар, 1993. - 310 с.

2.Глазьев С. Ю., Косакян Д. Л. Состояние и перспективы формирования 6-го технологического уклада в российской экономике // Экономика науки. - 2024. - Т. 10. - № 2. - С. 11-29. - DOI: 10.22394/2410-132X-2024-10-2-11-29.

3.Жданов Д. А. Интеллектуальный капитал предприятия: состав и приоритеты // π-Economy. - 2024. - Т. 17. - № 4. - С. 139-152. - DOI: 10.18721/JE.17409.

4.Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. - М.: Экономика, 2002. - 767 с.

5.Ломакин М. И., Докукин А. В., Коровайцев А. А. Разработка стратегии повышения качества информационных услуг в системе информационного обеспечения технического регулирования // Транспортное дело России. - 2012. - № 6-2. - С. 159-161.

6.Ломакин М. И., Докукин А. В., Шалаев А. П. Методологические проблемы стандартизации в условиях развития цифровой экономики // Стандарты и качество. - 2018. - № 11. - С. 80-83.

7.Мухаев Р. Т., Чубаров А. И. Культурные контексты цифровой трансформации государственного управления: сравнительный анализ Западной и Восточной моделей // Журнал политических исследований. - 2024. - Т. 8. - № 2. - С. 42-58. - DOI: 10.12737/2587-6295-2024-8-2-42-58.

8.Приказ Минфина России от 30.05.2022 № 86н «Об утверждении Федерального стандарта бухгалтерского учета ФСБУ 14/2022 "Нематериальные активы"» // Минфин России. URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=300932 (дата обращения: 11.06.2026).

9.Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 № 1315-р «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года» // Правительство России. URL: http://government.ru/news/48570/ (дата обращения: 11.06.2026).

10.Тухтарова Е. К. Перспектива перехода России на новый технологический уклад // Вопросы экономики. - 2023. - № 8. - С. 147-158. - DOI: 10.32609/0042-8736-2023-8-147-158.

11.Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // Президент России. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449 (дата обращения: 11.06.2026).

12. Федеральный закон от 27.07.2010 № 208-ФЗ «О консолидированной финансовой отчетности» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://pravo.gov.ru (дата обращения: 11.06.2026).

13. Шепелин Г. И. Формирование концепции цифровой трансформации хозяйствующих субъектов // π-Economy. - 2024. - Т. 17. - № 2. - С. 7-26. - DOI: 10.18721/JE.17201.

14.Beniger J. R. The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986. - 493 p.

15.Beynon M., Pickernell D., Battisti M., Jones P. A panel fsQCA investigation on European regional innovation // Technological Forecasting and Social Change. - 2024. - Vol. 199. - Article 123042. - DOI: 10.1016/j.techfore.2023.123042.

16.Bresnahan T. F., Trajtenberg M. General Purpose Technologies: "Engines of Growth"? // Journal of Econometrics. - 1995. - Vol. 65. - No. 1. - P. 83-108.

17.Chandler A. D. The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977. - 608 p.

18.Damioli G., Van Roy V., Vertesy D., Vivarelli M. Is artificial intelligence leading to a new technological paradigm? // Structural Change and Economic Dynamics. - 2025. - Vol. 72. - P. 347-359. - DOI: 10.1016/j.strueco.2024.12.006.

19.Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories // Research Policy. - 1982. - Vol. 11. - No. 3. - P. 147-162.

20.Freeman C., Louçã F. As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. - Oxford: Oxford University Press, 2001. - 407 p.

21.Geels F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study // Research Policy. - 2002. - Vol. 31. - No. 8-9. - P. 1257-1274.

22.Geels F. W. Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective // Theory, Culture & Society. - 2014. - Vol. 31. - No. 5. - P. 21-40. - DOI: 10.1177/0263276414531627.

23.Geels F. W., Kern F., Clark W. C. Sustainability transitions in consumption-production systems // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2023. - Vol. 120. - No. 47. - Article e2310070120. - DOI: 10.1073/pnas.2310070120.

24.George A. L., Bennett A. Case Studies and Theory Development in the Social Sciences. - Cambridge, MA: MIT Press, 2005. - 331 p.

25.Grinin L., Grinin A., Korotayev A. Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing // Technological Forecasting and Social Change. - 2017. - Vol. 115. - P. 52-68. - DOI: 10.1016/j.techfore.2016.09.017.

26.Hounshell D. A., Smith J. K. Science and Corporate Strategy: DuPont R&D, 1902-1980. - Cambridge: Cambridge University Press, 1988. - 756 p.

27.Johnstone P., Schot J. Shocks, institutional change, and sustainability transitions // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2023. - Vol. 120. - No. 47. - Article e2206226120. - DOI: 10.1073/pnas.2206226120.

28. Krippendorff K. Reliability in Content Analysis: Some Common Misconceptions and Recommendations // Human Communication Research. - 2004. - Vol. 30. - No. 3. - P. 411-433. DOI 10.1111/j.1468-2958.2004.tb00738.x.

29. Mowery D. C., Rosenberg N. Technology and the Pursuit of Economic Growth. - Cambridge: Cambridge University Press, 1989. - 338 p.

30. Nelson R. R., Winter S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982. - 437 p.

31.North D. C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. - Cambridge: Cambridge University Press, 1990. - 159 p.

32.Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. - Cheltenham: Edward Elgar, 2002. - 198 p.

33.Ruan F., Feng N., Wei F., Wang Y., Lu G. Configurational risks and innovation performance of complex product systems development: A fsQCA lens // International Journal of Engineering Business Management. - 2024. - Vol. 16. - DOI: 10.1177/18479790241284690.

34.Schneider C. Q., Wagemann C. Set-Theoretic Methods for the Social Sciences: A Guide to Qualitative Comparative Analysis. - Cambridge: Cambridge University Press, 2012. - 350 p.

35.Schumpeter J. A. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. - New York: McGraw-Hill, 1939. - 461 p.

36.Turnheim B., Geels F. W. The destabilisation of existing regimes: Confronting a multi-dimensional framework with a case study of the British coal industry (1913-1967) // Research Policy. - 2013. - Vol. 42. - No. 10. - P. 1749-1767. - DOI: 10.1016/j.respol.2013.04.009.

37.Yates J. Control through Communication: The Rise of System in American Management. - Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989. - 339 p.

Evolution of information regimes and managerial lags during shifts in technological paradigms

Dubrov D.V.
Institute of Business and Information Technologies

JEL classification: L61, L74, R53

The article addresses the absence of a reproducible instrument for comparing technological paradigms by their managerial characteristics. A seven-dimensional comparative framework is operationalized as a coding matrix with explicit assignment rules. The lag profile is formalized on an ordinal zero-to-three scale across four components: information-measurement, institutional-legal, investment-financial and personnel-competence. A morphological matrix is constructed for six paradigms, including the projected sixth one. The study shows that the composition of lags changes from paradigm to paradigm: the dominants shift from accounting-legal to competence-investment components, the measurement component remains high throughout, and the aggregate intensity of the profile changes non-monotonically with a local minimum in the fourth paradigm. The Russian trajectory is described as a superposition of paradigm-related and transformational lags with a stage-by-stage legal codification of the components. The article is relevant for researchers of innovation policy, institutional change, standardization and digital transformation of management.

Keywords: technological paradigm, information regime, managerial lag, lag profile, morphological matrix, techno-economic paradigm, standardization, institutional inertia, digital transformation, sixth technological paradigm.

References

1. Glazyev S. Y. Theory of long-term technical and economic development. Moscow: VlaDar, 1993. 310 p.
2. Glazyev S. Yu., Kosakyan D. L. The state and prospects of the formation of the 6th technological order in the Russian economy // Economics of science. - 2024. - Vol. 10. - No. 2. - pp. 11-29. - DOI: 10.22394/2410-132X-2024-10-2-11-29.
3. Zhdanov D. A. Intellectual capital of an enterprise: composition and priorities // pi-Economy. - 2024. - Vol. 17. - No. 4. - pp. 139-152. - DOI: 10.18721/JE.17409.
4. Kondratiev N. D. Large cycles of conjuncture and theory of foresight. - M.: Economics, 2002. - 767 p.
5. Lomakin M. I., Dokukin A.V., Korovaytsev A. A. Development of a strategy for improving the quality of information services in the information support system of technical regulation // The transport business of Russia. 2012. No. 6-2. pp. 159-161.
6. Lomakin M. I., Dokukin A.V., Shalaev A. P. Methodological problems of standardization in the context of the development of the digital economy // Standards and quality. - 2018. - No. 11. - pp. 80-83.
7. Mukhaev R. T., Chubarov A. I. Cultural contexts of digital transformation of public administration: a comparative analysis of Western and Eastern models // Journal of Political Studies. - 2024. - Vol. 8. - No. 2. - pp. 42-58. - DOI: 10.12737/2587-6295-2024-8-2-42-58.
8. Order of the Ministry of Finance of Russia dated 05/30/2022 No. 86n "On approval of the Federal Accounting Standard FSB 14/2022 "Intangible Assets" // Ministry of Finance of Russia. URL: https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=300932 (date of request: 06/11/2026).
9. Decree of the Government of the Russian Federation dated 05/20/2023 No. 1315-r "On approval of the Concept of technological development for the period up to 2030" // Government of Russia. URL: http://government.ru/news/48570 / (date of reference: 06/11/2026).
10. Tukhtarova E. K. The prospect of Russia's transition to a new technological order // Voprosy ekonomiki. - 2023. - No. 8. - pp. 147-158. - DOI: 10.32609/0042-8736-2023-8-147-158.
11. Decree of the President of the Russian Federation dated December 01, 2016 No. 642 "On the Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation" // President of Russia. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449 (date of reference: 06/11/2026).
12. Federal Law No. 208-FZ dated 07/27/2010 "On Consolidated Financial Statements" // Official Internet portal of Legal Information. URL: http://pravo.gov.ru (date of access: 06/11/2026).
13. Shepelin G. I. Formation of the concept of digital transformation of business entities // pi-Economy. - 2024. - Vol. 17. - No. 2. - pp. 7-26. - DOI: 10.18721/JE.17201.
14. Beniger J. R. The Control Revolution: Technological and Economic Origins of the Information Society. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986. - 493 p.
15. Beynon M., Pickernell D., Battisti M., Jones P. A panel fsQCA investigation on European regional innovation // Technological Forecasting and Social Change. - 2024. - Vol. 199. - Article 123042. - DOI: 10.1016/j.techfore.2023.123042.
16. Bresnahan T. F., Trajtenberg M. General Purpose Technologies: "Engines of Growth"? // Journal of Econometrics. - 1995. - Vol. 65. - No. 1. - P. 83-108.
17. Chandler A. D. The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1977. - 608 p.
18. Damioli G., Van Roy V., Vertesy D., Vivarelli M. Is artificial intelligence leading to a new technological paradigm? // Structural Change and Economic Dynamics. - 2025. - Vol. 72. - P. 347-359. - DOI: 10.1016/j.strueco.2024.12.006.
19. Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories // Research Policy. - 1982. - Vol. 11. - No. 3. - P. 147-162.
20. Freeman C., Louçã F. As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution. - Oxford: Oxford University Press, 2001. - 407 p.
21. Geels F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study // Research Policy. - 2002. - Vol. 31. - No. 8-9. - P. 1257-1274.
22. Geels F. W. Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective // Theory, Culture & Society. - 2014. - Vol. 31. - No. 5. - P. 21-40. - DOI: 10.1177/0263276414531627.
23. Geels F. W., Kern F., Clark W. C. Sustainability transitions in consumption-production systems // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2023. - Vol. 120. - No. 47. - Article e2310070120. - DOI: 10.1073/pnas.2310070120.
24. George A. L., Bennett A. Case Studies and Theory Development in the Social Sciences. - Cambridge, MA: MIT Press, 2005. - 331 p.
25. Grinin L., Grinin A., Korotayev A. Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution, and global ageing // Technological Forecasting and Social Change. - 2017. - Vol. 115. - P. 52-68. - DOI: 10.1016/j.techfore.2016.09.017.
26. Hounshell D. A., Smith J. K. Science and Corporate Strategy: DuPont R&D, 1902-1980. - Cambridge: Cambridge University Press, 1988. - 756 p.
27. Johnstone P., Schot J. Shocks, institutional change, and sustainability transitions // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2023. - Vol. 120. - No. 47. - Article e2206226120. - DOI: 10.1073/pnas.2206226120.
28. Krippendorff K. Reliability in Content Analysis: Some Common Misconceptions and Recommendations // Human Communication Research. - 2004. - Vol. 30. - No. 3. - P. 411-433. DOI 10.1111/j.1468-2958.2004.tb00738.x.
29. Mowery D. C., Rosenberg N. Technology and the Pursuit of Economic Growth. - Cambridge: Cambridge University Press, 1989. - 338 p.
30. Nelson R. R., Winter S. G. An Evolutionary Theory of Economic Change. - Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982. - 437 p.
31. North D. C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. - Cambridge: Cambridge University Press, 1990. - 159 p.
32. Perez C. Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages. - Cheltenham: Edward Elgar, 2002. - 198 p.
33. Ruan F., Feng N., Wei F., Wang Y., Lu G. Configurational risks and innovation performance of complex product systems development: A fsQCA lens // International Journal of Engineering Business Management. - 2024. - Vol. 16. - DOI: 10.1177/18479790241284690.
34. Schneider C. Q., Wagemann C. Set-Theoretic Methods for the Social Sciences: A Guide to Qualitative Comparative Analysis. - Cambridge: Cambridge University Press, 2012. - 350 p.
35. Schumpeter J. A. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. - New York: McGraw-Hill, 1939. - 461 p.
36. Turnheim B., Geels F. W. The destabilisation of existing regimes: Confronting a multi-dimensional framework with a case study of the British coal industry (1913-1967) // Research Policy. - 2013. - Vol. 42. - No. 10. - P. 1749-1767. - DOI: 10.1016/j.respol.2013.04.009.
37. Yates J. Control through Communication: The Rise of System in American Management. - Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989. - 339 p.

INNOVACII i INVESTICII
№7 2026
научно-аналитический журнал
ISSN 2307-180X
ИННОВАЦИИ "ИНВЕСТИЦИИ

INNOVATION MANAGEMENT

The role of banks in shaping the innovation climate of regional economic systems: The case of the Irkutsk Region. Antipina O.V., Zakharov S.V., Slobodnyak I.A., Kireeva E.F., Slepneva L.R. 5

Theoretical aspects of ensuring the innovative development of rural areas. Yarchuk A.V., Balitsky S.E. 9

The innovation potential of tokenizing logistics assets as a mechanism for transforming property relations in the digital economy. Beloruchkin R.I., Treyman M.G. 13

The development of warehouse logistics under the influence of innovative technologies. Beloruchkin R.I., Treyman M.G. 16

Methodological approaches to assessing the innovation capabilities of management systems at metallurgical enterprises. Gerts N.A. 19

Efficiency architecture for process innovations involving intangible assets. Dzigora M.Yu. 24

Approaches to developing innovative models for online marketing training for clients in the digital educational services market. Zakharyan A.A. 28

Regional economic development through the management of innovations and innovation projects at companies in the Irkutsk Region. Zakharov S.V., Slepneva L.R., Slobodnyak I.A., Arkhipova A.N., Istomin N.A. 33

Mechanisms and tools for stimulating innovation activity in regional economic systems. Starkov R.F., Slepneva L.R., Slobodnyak I.A., Shupletsov A.F., Istomin N.A. 36

Analysis of the use of organizational-economic mechanisms to boost innovation activity in enterprises. Lapshin I.S. 40

A typology of innovation strategies for entering the Russian market. Liu Yi..... 44

Lifecycle management of innovation projects in IT companies. Mironova V.A. 47

A Perfume Startup: Innovative Strategies from MVP to Scaling. Ovchinnikov M.O. 51

A Proactive Paradigm of Crisis Management: Integrating Risk-Based Tools as an Innovative Development Vector for Entrepreneurial Entities. Peshkov A.N. 54

Technological Sovereignty as a Strategic Priority of Russia's Innovation Policy. Romanova I.V. 57

Implementation of Medical Startups: Expert Analysis of Barriers and Solutions. Saakyan A.K. 61

Innovation Risk for Mass Users in the Diffusion of Generative AI: Empirical Assessment and Implications for Innovation Policy. Sokolov A.V., Sokolov G.A. 65

Justifying the Innovative Strategic Opportunities of a Business Entity Based on Modeling a Two-Factor Industry Production Function. Solntsev A.K. 69

Specifics and Innovative Approaches to Talent Management in Modern Conditions. Teslenko I.B., Muravyeva N.V. 74

Typology and Selection Criteria for Innovation Implementation Models within Digital Transformation Management Systems. Trusov S.A. 78

Digitalization as a Driver of Industrial Innovation: Trends and Prospects. Chudaev A.V. 83

Limitations of Automating Decision-Making Processes in Housing Project Finance: Critical Analysis and Ways to Overcome Them. Fradin N.I. 86

INVESTMENT ACTIVITY MANAGEMENT

A Strategy for Calculating the Investment Efficiency of Warehouse Infrastructure Automation Based on WMS Data and Simulation Modeling. Zhikhareva M.A. 89

Assessing the Effectiveness of Technical Analysis for Optimizing Entry Points in Long-Term Investment Strategies. Malyshevsky-Chuklinov V.A. 94

From Risk to Investment: An Integrated System for Selecting Corrosion Protection Methods for Wastewater Pipelines. Tkachenko A.Z., Mishkin D.V. 97

Investment Potential of the Copper Market. Sorokin N.D. 101

Specifics of Investment Valuation in the Video Game Development Business (GameDev). Chizhik V.P. 105

ECONOMIC THEORY AND HISTORY

Transformation of the Institutional Environment as a Condition for Sustainable Economic Growth in the Digital Economy. Garifullina-Akhmadullina L.R. 110

Artificial Intelligence as a Factor of Macroeconomic Transformation: An Analysis of Investment, Productivity, and Structural Shifts in the Labor Market. Karshina Ya.V. 114

Evolution of Scientific Approaches to the Concept of Enterprise Competitiveness. Larina Yu.S., Borisova O.V. 117

GLOBAL EXPERIENCE

Modern Vectors of Chinese Policy and Economic Development in Relations with Russia. Belousova T.P. 121

Regional Disparities in the Impact of Environmental Modernization on China's Export Flows. Wang Yupu 124

Trade and Economic Relations Between Russia and South Korea: Dynamics, Structure, and Interaction Indicators (2005–2025). Vasiliev D.V. 127

An Ecosystem Approach to Studying Foreign Economic Activity: Potential and Limitations of Artificial Intelligence Application. Zhukova V.A. 131

Developing the Export Potential of SMEs in the Siberian Federal District as a Factor in Enhancing the Efficiency of the "International Cooperation and Export" National Project. Karaseva D.N., Popov D.A. 135

From "Breakthrough Campaign" to "Routine Management": The Institutional Logic of Transforming the Sustainability of China's Poverty Alleviation Management. Li Xing, Luo Shizheng 139

The impact of control over AI infrastructure on the transformation of international economic relations. Liseichikov A.S. 142

How development banks of Global South countries influence inclusive... Economic growth in Asian and African states. Matveevsky S.S. 146

Statistical relationship between development bank financing and inclusive economic growth in Global South states (a case study of the Asian Development Bank). Matveevsky S.S. 150

Nuclear energy in the global energy transition concept: from "transition fuel" to a strategic decarbonization asset. Omarov D.Ch. 156

Asymmetric adaptation of the global nuclear energy sector and Russia's position in the global nuclear technology market. Omarov D.Ch. 161

Transformation of economic cooperation models within the SCO and BRICS under the impact of sanctions pressure: a comparative analysis. Pogorelov M.N. 166

Institutional traps in labor migration regulation in Russia: economic analysis and ways to overcome them. Popov D.A., Karaseva D.N. 170

Financial support for exports as a tool for developing foreign trade relations. Surkov P.A. 174

The impact of the digital economy on China's energy efficiency: an empirical analysis based on provincial panel data. Xia Xin, Xian Weicheng, Raju Mohammad Kamrul Alam 178

The impact of geopolitical risks on the European banking sector (2000–2024). Timofeev A.V. 183

Approaches to assessing the maturity of flexible employment in EAEU countries. Khutorova N.A., Urumov N.I. 187

Comparative analysis of product certification and conformity assessment systems in Russia and China. Hu Mengqi, Alexandrova Yu.A. 191

Regionalization of global trade and the transformation of Russia's foreign economic ties. Chernyakhovsky B.I. 195

Development of the Islamic economy and Islamic banking services in CIS countries: the cases of Kazakhstan, Uzbekistan, Tajikistan, and Kyrgyzstan. Yuldashev N.M. 199

Renewable energy in Bahrain: territorial and institutional constraints amidst rising geopolitical challenges. Tekeeva A.R., Kharlanov A.S. 203

Prospects for energy cooperation between the Russian Federation and Southeast Asian countries. Studenikina L.A., Khodzhayan E.A. 208

The Central Asian water-energy cluster as a mechanism for aligning the economic interests of the region's countries. Studenikina L.A., Ergashev Sh.Kh. 211

MANAGEMENT THEORY. MANAGEMENT. MARKETING

Integrating risk management into Agile processes in IT startups: a model and practical recommendations. Aksenov M.V. 215

Information technology management in small tourism enterprises within the context of the virtual organization concept. Arifullin M.V., Romanov A.A., Guliev A.Yu. 219

Anticipatory standardization and its impact on the stability of product quality indicators. Akhaev A.K. 224

Contradictions between business process transformation objectives and existing labor management models. Bezuglyi A.O. 227

Assessing the economic efficiency of switching to gas-based fuel in Russia's long-haul freight transport sector. Bokarev N.S. 230
Improving the quality management system for procurement in a project-based organization using process-based and risk-oriented approaches. Didkovskaya O.V., Bocharov A.Yu. 233
A business engineering model for integrating strategic and budgetary management in a construction organization. Astafyeva O.E., Bragin Yu.A. 238
The marketing function of the podium in the competitive positioning of residential complexes. Gureev K.A., Malykh I.A., Vagapov V.I. 242
The impact of organizational culture on information management in educational institutions. Gerasimov K.B., Ozernov R.S., Prosvirkin N.Yu. 246
Overview of existing methods for assessing economic efficiency in transport and their application to river freight shipping. Gridnev N.S., Sokolov Yu.I. 250
Research on the application and optimization of artificial intelligence technologies in corporate personnel recruitment. Ge Fangchen, Huang Songbo....253
Scenario-based assessment of the investment efficiency of digitalizing commercial processes in a small construction company. Hakki Adnan Muhammad Ali, Degtyarenko N.I. 257
The role and significance of a scientific school's contribution to SPbGASU's results in the RAEX ranking. Drozdova I.V., Tokunova G.F., Kharitonovich A.V., Bochkareva O.Yu. 260
Experience in applying Industry 4.0 technologies to project-based learning using the engineering case method. Eroshin S.E., Shcheglov D.K., Fedorov D.A., Saveliev S.K., Saibel A.G. 264
Development strategy for innovative manicure services based on personalized customer service in the beauty industry. Zaichenko A.S. 268
Economic security of individuals and territories: key strategic development directions. Istakov V.V. 273
Managing the capital intensity of knowledge-intensive startups: business model and financing routing. Korobov N.D., Pichugin Yu.E., Efimov A.M. 277
Approaches to managing a leasing company in the context of current challenges and theoretical management concepts. Kosmachev V.R. 282
Ways to reduce production costs through digitalization technologies in the Ural machinery industry. Gavrilov D.E., Leonova L.B. 287
Digital mechanisms for enhancing the quality of research and consulting services in a modern university. Norboeva N.E. 290
Developing a competitive strategy for an enterprise. Proskurin S.A. 294
Adapting R&D project management models to the specifics of early-stage... ...stages of development in the oil and gas industry. Prudovskaya N.A., Kosov M.M., Afanasyev M.V. 297
Assessing the economic efficiency of implementing AI solutions in university management processes. Saichenko O.A. 302
Adapting the employment system to demographic decline: institutional mechanisms and management decisions. Sopiga V.A. 305
Improving marketing activities for small retail businesses through digital transformation: experience and results. Sorokin A.I., Oganyan S.A. 310
Classification of threats associated with integrating digital technologies into the economic security system of higher education. Timerzyanova S.S., Khayrullin I.A. 313
Criteria and indicators of digital maturity for industrial planning business processes. Titov I.A. 317
An educational institution's adaptive digital ecosystem: transitioning from a fragmented "clip-style" mosaic to a knowledge network. Trapitsyn S.Yu., Ivanov D.A., Garin A.K. 320
Developing the business model of a service-sector organization in the context of institutional changes. Shmakov A.V. 324
Methodology for embedding information protection mechanisms into the lifecycle of automated business processes. Yakovleva M.R. 328
Selecting influencers for retail brands: a comparison of macro- and nano-experts. Azarova A.A., Rybalchenko E.V. 332
A combinatorial approach to designing organizational management systems in the digital economy era. Gavrish A.Yu. 335
Strategic management in media enterprises: key system elements. Sulimova E.A. 338
An innovative psychological-economic model for decision-making under uncertainty. Yagudin D.R. 342

ECONOMICS OF SECTORS AND REGIONS. STATE AND MUNICIPAL ADMINISTRATION

Characteristics and current trends in the operations of small and medium-sized enterprises in Russia. Abdullaev N.V. 345
Indicative assessment of the competitiveness of a region's socio-economic system. Amirova N.A. 348
Digital architecture for medical data synchronization as an element for improving tools to monitor a region's socio-economic development. Barokov A.Z. 353
A digital model of special economic zone operations as a tool for financing regional projects. Barykina Yu.N. 357
Specifics of developing a methodological approach to assess the management efficiency of foreign economic activity in regional chemical industry enterprises. Oborin M.S., Bredneva O.O. 360
The impact of the "agent economy" on changes in the structure of the labor market and professions. Budagov A.S., Romanova I.V. 363
Integrated assessment of the socio-economic development of a region's municipalities (using the Republic of Tatarstan as an example). Valeev R.A. 368
Models for valuing intellectual property and licensing university-industry technology transfers for small and medium-sized enterprises. Wei Rong 371
Evolution of the methodology for assessing technological readiness: from the linear Technology Readiness Level (TRL) scale to multidimensional integrated models. Garbuzyuk I.V., Balashova E.S. 374
Analysis of development issues in agriculture and related sectors of the agro-industrial complex. Vershinin D.N., Guseva M.N. 378
System of indicators and factors for regional sustainable development: methodological foundations of management diagnostics. Ivanov V.A. 383
Formation of a unified "North–South–East" transport space as a factor in the economic connectivity of Russian territory. Kazantsev I.S. 387
Wine tourism as a factor in the regional development of rural areas in the Russian Federation. Kalashnikov A.S. 390
Improving PPP mechanisms in the Russian Federation based on international experience amidst global economic turbulence. Kalmykov P.A. 393
Developing theoretical approaches to understanding PPPs: an analysis of domestic and foreign literature. Kalmykov P.A. 398
Public oversight at the local level: key issues and directions. Kuzmenko S.P. .. 403
Import substitution as a factor in the spatial reorganization of production chains. Melnikovskaya A.O., Zakrievskaya V.I. 407
The genesis of the terminological framework for innovation activity within the innovation trajectory paradigm. Motorina I.Yu., Balashova E.S. 411
Organizational models of the automotive industry and the industrial gap: Russia's transformation trajectories. Kiselev D.V., Navrotskaya N.A. 415
Current issues and characteristics of demographic processes in the Kaliningrad Region. Naidenov I.V., Markevich A.L. 419
An industry-specific model for commercializing a digital dispatch platform for boiler houses. Petrov G.B. 423
Factors behind the unbalanced territorial economic development of Krasnodar Krai. Petrosyan A.G., Pashina M.A. 427
Organizational and economic aspects of developing foreign economic ties in the agricultural sector. Plekhanov D.V. 431
Interagency coordination mechanisms for implementing state sustainable development policy at national and regional levels. Plekhanov T.M. 435
Risks associated with digitalization in establishing quality management systems at industrial enterprises. Prytkova E.A. 438
Intelligent monitoring of technological process parameters in distributed quality management system of an industrial enterprise: from data collection to autonomous management. Prytkova E.A. 441
How admission quality relates to university rankings: a comparative analysis. Sabirov R.R. 446
State regulation of international trade in pharmaceutical products. Senotrusova S.V., Svinukhov V.G. 449
On the genesis of the "creative economy" category in regional industry. Sergachev D.A. 453
Economic factors in the implementation of high-tech medical equipment in healthcare institutions. Solovyov V. 456
An algorithm for assessing the effectiveness of an organization's digital transformation based on sustainable development criteria. Sorokin M.D., Vakulenko R.Ya. 461
Analysis of working capital management practices based on expert systems. Spiridonov E.E. 466
The green economy in the Russian Federation: emergence, achievements, and challenges. Teslenko I.B. 470
Digital communication strategy as a tool for enhancing the competitiveness of master's degree programs. Trubnikova N.V., Malygina O.P., Almukhametova K.D., Chernutsky K.D. 474
Comparative analysis of legal and economic regulation models for the platform economy. Frantenko V.M., Anopchenko T.Yu. 478
A multifactor approach to assessing the effectiveness of regional economic policy in the Russian Federation amidst structural transformation. Khachatryan G.A. 482
Establishing a strategic controlling system in industrial organizations amidst digital transformation. Syuzeva O.V., Lavrov M.N., Kholodkov D.A. 486
The impact of cloud platforms and intelligent automation on the transformation of operational business processes in commercial service enterprises. Hu Tianyang 490
Quality of tourism services in the context of digitalization: an analysis of online reviews of West Lake. Hongyu Li 493
Use of high-speed rail for freight transport. Tsalikova K.R., Babichev E.S. 496
Restructuring the domestic air route network amidst market transformation. Chelpanov K.A., Nikishov S.I. 498
Assessing the strategic innovation potential of cluster participants: the case of the MSU "Vorobyovy Gory" (Sparrow Hills) Innovation Science and Technology Center cluster. Churekov A.A. 501
Dynamics of foreign direct investment in Central Asian countries amidst the transformation of global investment flows. Eshonkulov B. 505

The Russian LNG industry in the new reality: the dialectic of transcontinental and intracontinental development strategies. Fedorova V.A., Manukyan A.R. 510
Empirical analysis of the effects of platform ecosystem adoption on corporate innovation activity. Semeshkin N.I. 514
Organizational and managerial barriers to scaling innovative practices in housing and utility infrastructure construction: regional specifics and mitigation mechanisms. Sulimov N.Yu. 517

MODERN TECHNOLOGIES

Modification of Brandes' algorithm for accelerated recalculation of betweenness centrality following vertex removal from a graph. Bagura D.A. 520
History of the invention of the Zelinsky-Kummant gas mask. Bulanova V.S. 523
Geometric-kinematic model of the machining engagement between a gear-shaping cutter and a hyperboloid workpiece. Vorontsov I.B. 527
Evaluation of the efficiency of heavy metal ion sorption recovery from model solutions. Gunko R.D., Kim Sun Bok 530
Energy efficiency of modern bioinformatics and biomedicine data centers. Isaev E.A., Gorbunov A.A., Demidov L.N., Tochilkina T.E. 535
Analysis of the effectiveness of using a cyclone separator to ensure safety during the production of paint and varnish materials. Kudukhova K.Z. 538
On the calculation of a hybrid sorption-convective air conditioning system. Kuznetsov E.V. 542
Inverse simulation of security posture as a proactive cyber-defense method: concept, implementation, and empirical validation. Lychagin Yu.A. 544
Multilevel intelligent system for metrological assurance in aluminum alloy machining on CNC milling machines. Mishura T.P. 547
Interpretability vs. accuracy in analytical decision support systems: a conceptual selection model. Osetrov P.A. 551
Durability and resistance of fiberglass-reinforced plastic rebar in the alkaline environment of cement paste; the influence of temperature and humidity on creep and relaxation. Pavlenko P.V. 555
The homeostatic nature of industrial technology transfer. Platonova L.A. 559
Numerical solution of the dynamic problem regarding the effectiveness of a geotechnical barrier under plane strain conditions. Polunin V.M., Paskacheva D.A., Korablev D.S., Vagurina A.V. 562
Investigation of the dispersion characteristics of acoustic waves in a metal waveguide. Rimlyand V.I. 567
Deployment and recovery saga in FPGA-FaaS with full device reconfiguration. Stepanidenko D.S., Shtreker E.N. 570
Influence of local cutouts in the bottom flange of a rolled I-beam on the load-bearing capacity of floor beams in buildings and structures. Supletsov V.S., Sobakin E.V. 574
Stages and functional structure of the method for integrating LSTM-based predictive intelligent monitoring into a Quality Management System (QMS). Tumanov A.Yu. 577
Determination of parameters for the linkage mechanism of a lift designed to raise fruit-picking platforms. Chernysh ...ev A.D., Asaeva T.A., Filkin V.V., Kapitonov V.S., Shcherbinkina I.N. 581

FINANCE. TAXATION. INSURANCE

Trends in the development of China’s stock market. Mingaliev K.N., Balychev S.Yu. 584
Theoretical approaches to corporate valuation based on cash flow. Butaeva I.A. 589
Reclassification of intra-group costs during the commercialization of IT infrastructure between affiliated entities: methodological aspects of distinguishing between capital and operating expenditures. Vasilisin P.S. 594
Selecting a management accounting automation strategy: considering digital maturity levels and implementation barriers (case study of Russian companies). Eliseev E.P. 597
Comparative analysis of management accounting automation technologies: AI, RPA, and blockchain (case study of Russian companies). Eliseev E.P. 600
The Hong Kong dollar and the Macao pataca amidst the development of digital assets: functional transformation of currency regimes in the PRC SARs. Ivanov-Chakubash D.A. 603
Modern paradigms of financial risk management in the banking sector: from regulatory requirements to strategic advantages. Kvitkin A.V. 607
Evolution of approaches to industrial pricing in the context of economic digitalization. Kuznetsov A.S., Zhaglovskaya A.V. 610
Game-theoretic value of a financial market forecast signal: the GAVF indicator and conditions for its positivity. Kutuev T.N. 615
Comparative analysis of the banking sectors within the financial markets of Russia and Belarus. Meshkova E.I., Kuksa O.A., Timoshenko D.D. 619
Financial support for the corporate sector of the Republic of Belarus within the framework of integration cooperation with the Russian Federation. Puzankevich O.A. 623
Key trends in the development of internal state financial control systems amidst digitalization. Skvortsov A.S. 627

MATHEMATICAL, STATISTICAL, AND INSTRUMENTAL MODELING

Application of artificial intelligence methods for forecasting crop yields. Anisimov P.E., Glinskaya A.R., Pchelintseva S.V., Pereverzev D.V. 632
Two-level time series forecasting based on the ApaFinder model and an ensemble of ApaLMS regressors using patch clusters. Apalkov F.S. 635
Matrix models of interactions and mathematical description of a human profile. Kiselev D.A., Gazul S.M. 639
Econometric modeling and optimization of the channel mix in omnichannel retail: a panel data approach. Ermolaev A.S., Musina O.V. 643
Methodology for the preliminary assessment of an innovation project's potential during the early stages of its life cycle. Kachaikina D.A. 646
Methodology for scenario-based forecasting of the input-output balance under conditions of statistical data scarcity. Kurochka P.N. 649
Mathematical model of an artificial neural network for controlling complex dynamic objects under uncertainty. Leontyeva A.A. 654
Development of an economic-mathematical model to optimize the composition of a heterogeneous fleet of unmanned transport vehicles (UTVs) to minimize the total cost of ownership (TCO) of a logistics system. Mamikonyan A.M. 658
A dynamic approach to forming a system of regional economic security indicators based on real-time physical indicators. Ryabinin V.I. 661
Import substitution policy and trends in the procurement of domestic software: an econometric assessment of structural shift. Ryabyshenkov A.V. 664
Algorithmic uncertainty in the management of a commercial organization: definition and sources. Suslenkov D.A. 668
Methods for implementing automated quality control of spatial datasets in innovative urban and infrastructure data analysis projects. Timofeev M.A. 672
A method for integrating predictive intelligent monitoring based on a recurrent neural network into the Quality Management System (QMS) of a knowledge-intensive enterprise. Tumanov A.Yu. 677
A strategy for implementing changes in web service development processes based on code verification. Fedoseev A.D. 680
Application of data mining in the management of virtual processes. Al-Hajj Bara Bibars, Kharlamova T.L. 685
Econometric modeling of the dependence of the socio-economic development of coastal regions on the efficiency of marine resource exploitation. Chen Haotian 688

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

Efficiency of reinforcing soil foundations with geosynthetic materials under special construction conditions. Avvad Talal, Abu Asba Mohannad 693
Application of crushed-stone pile technology for subgrade foundation reinforcement on an active section of the Far Eastern Railway. Artyushenko I.A., Vorozhko D.A., Svyatogorova A.V. 697
On the variation of strength and deformation parameters of clay soils under dynamic loading. Vagurina A.V. 702
Kazan Airport Terminal: interiors of a Stalinist Empire style monument—historical past and restoration future. Veselovskaya E.A., Bedenko I.V., Musina K.I. 707
Assessing the effectiveness of green roofs in adapting residential buildings to climate change. Vorobyeva L.S. 711
Prerequisites and factors influencing the formation of second homes in modern socio-economic conditions. P Popov A.O., Litvina P.V., Garkin I.N. 715
“Second home”: the problem of defining the scientific concept. Popov A.O., Litvina P.V., Garkin I.N. 719
Strategy for the feasibility study of heat recovery in building process ventilation systems. Glazunov N.A. 722
Prediction of pile load-bearing capacity during the jacking-in installation stage. Glukhov V.S., Pankina M.V., Vishnyakova Yu.S. 727
Algorithm for monitoring and adjusting the spatial position of a sinking caisson during the construction of underground structures. Gulyakina V.V. 730
Improving technologies for roadbed construction on weak and frost-heaving soils in Central Russia. Gusev S.M. 734
Creating an interactive and developmental environment within children's play spaces. Demin A.V., Demina P.A. 738
Analysis of domestic and international experience in determining the thermal performance characteristics of translucent building envelope structures during the warm season. Kashurkin A.Yu., Kozlov V.V. 741
Analysis of domestic experience in the architectural design of multifunctional centers in Arctic regions. Kutishenko N.A. 744
Specifics of siting modular infrastructure in specially protected natural areas while minimizing impact on soil cover. Lukov A.V., Oberyukhtin Ya.M. 747
Optimizing the selection of foundation solutions for modular camping and glamping buildings in specially protected natural areas. Lukov A.V., Oberyukhtin Ya.M. 751
Analysis of the economic efficiency of thermal insulation materials in building envelope structures. Malygina O.A., Salukvadze G.V. 755
Architectural styles as a tool for studying a cultural-historical era. Nalgiev R.T. 759
Code of Practice SP 546.1325800.2025 "Steel-frame multi-apartment residential buildings: Design rules." Key provisions and relevance in the Russian Federation. Nalgiev R.T. 763

Principles of typification and standardization of elements in the design of rapidly assembled residential buildings. Paluaniyazov N.S. 766
Issues regarding parking placement in the design of residential complexes in Khabarovsk. Panchuk N.N. 769
On the necessity of optimal selection and planning of formwork for the construction of cast-in-place concrete structures. Pogodin D.A. 773
Regulation of heating systems based on thermal comfort indicators. Pukhkal V.A., Fedorov M.A. 776
Preparing a construction project for acceptance inspection in the presence of latent design defects: The case of non-load-bearing walls. Knyazkina E.V., Spirina E.S. 779
Dynamic decomposition of rapid depressurization and emergency discharge processes in high-pressure gas systems as a basis for assessing man-made risks in housing and utility construction. Stepanova O.G. 782
International experience in developing residential complexes using pneumatic waste collection systems. Supranovich V.M. 787
Application of the fuzzy Hungarian algorithm for solving the assignment problem in the optimal reconstruction of buildings and structures. Tonkikh R.A. 790
Memory of place and recognition of architectural imagery: retention, imaginative completion, and design anticipation. Tretyakov E.A. 795
Parametric form-finding as a method for designing curvilinear shells in modern theater complexes: The case of the Guangzhou Opera House. Shvachkina A.-M.A. 799
Yemeni architectural identity and its influence on the design of modern theaters and concert halls. Gubran Abdulmalek Ali Abdo Abdullah 802
Sound wave reflection and transmission coefficients at the interface of two media within the "lumped parameter" method and other sound insulation calculation methods. Zakharov A.V., Saltykov I.P. 805
Green roofing as a tool for landscape integration of sports and leisure centers in rural settlements and small towns. Korsi M.V. 809
Improving the efficiency of quality control for asphalt concrete mixtures. Nikitaev M.M., Vasiliev Yu.E., Solovyev M.A. 814
Compositional principles for the facade modernization of industrialized multi-apartment residential buildings from the 1970s. Roshchin M.K. 818
Factors Causing Cost Overruns in Syrian Building Projects: An analytical study Gana Aljendy, Abu Mahadi Mohammed Ibrahim 822
Development of an experimental air conditioning system circuit utilizing a natural cold storage unit. Maltsev S.A., Kuznetsov D.V., Artemov I.N. 827
Theater architecture on the Arabian Peninsula: modern trends and development prospects. Gubran Abdulmalek Ali Abdo Abdullah 831

APPLIED RESEARCH

The evolution of information regimes and management lags during shifts in technological paradigms. Dubrov D.V. 834